

**INSTRUMENTO PARA EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE  
RUIDO EN LA LOCALIDAD DE FONTIBÓN, EN VIRTUD DE LA MODIFICACIÓN  
DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL  
DORADO**

**CLAUDIA LÓPEZ MANGA  
JULIETTE OLIVELLA LÓPEZ**

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL URBANA  
BOGOTÁ D.C.  
2016 - II**

**INSTRUMENTO PARA EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE  
RUIDO EN LA LOCALIDAD DE FONTIBÓN, EN VIRTUD DE LA MODIFICACIÓN  
DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL  
DORADO**

**CLAUDIA LÓPEZ MANGA  
JULIETTE OLIVELLA LÓPEZ**

Monografía presentada para obtener el título de  
Especialista en Gestión Ambiental Urbana

**ASESOR  
Dr. Jairo Bárcenas**

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL URBANA  
BOGOTÁ D.C.  
2016 - II**

# **Universidad Piloto de Colombia**

## **Facultad de Ciencias Ambientales – Especialización en Gestión Ambiental Urbana**

### **HOJA DE APROBACIÓN**

Instrumento para evaluación de las medidas de mitigación de ruido en la localidad de Fontibón, en virtud de la modificación de la licencia ambiental del Aeropuerto Internacional El Dorado

Claudia López Manga y Juliette Olivella López

Nombre, Título Académico  
Director de Proyecto

---

Nombre, Título Académico  
Codirector del proyecto

---

Nombre, Título Académico  
Miembro del Jurado

---

Nombre, Título Académico  
Miembro del Jurado

---

Nombre, Título Académico  
Decano

---

Bogotá D.C., noviembre de 2016

### © DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad Piloto de Colombia (UPC) y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la UPC para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual.

Nombre: \_\_\_\_\_

C. C.: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

C. C.: \_\_\_\_\_

Lugar: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por permitirme terminar una nueva etapa en mi vida profesional. A mis padres por su apoyo y ayudarme a cumplir esta nueva meta en mi vida. A mi novio por ser mi apoyo constante. A la Universidad Piloto por brindarnos un espacio académico con grandes profesores, que compartieron todo su conocimiento para enriquecer el nuestro. Al director de Tesis Jairo Bárcenas por su acompañamiento en la realización del documento y todas sus sugerencias.

Claudia López.

Gracias a Dios por darme sus bendiciones en cada etapa de mi vida, a mi papá Julio Olivella por ser mi ejemplo en la gestión pública y a mi madre y mi hermana por apoyarme incondicionalmente y darme sostén en mi proceso académico.

A la Universidad Piloto y al Director Jairo Bárcenas por permitirme participar en la especialización y aprender de la Gestión Ambiental aun cuando mi profesión es poco convencional.

A la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales y al Ing. Jhonatan Anturi (Coordinador del Grupo de Gestión Ambiental de la UAEAC) por facilitar la información y dar orientación sobre el acceso y los datos públicos del proyecto de modificación de la licencia.

A mi compañera Claudia por arriesgarse en esta aventura de trabajar conmigo a pesar de mi viaje a España, y a todas las personas que de una u otra forma han contribuido en mi formación profesional.

Juliette Olivella.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de Grado a Mi mamá Sara Luisa Manga y a mi papá Carlos Julio López por darme la oportunidad de seguir estudiando, por su sacrificio y esfuerzo, por creer en mí y ser mi ejemplo constante de vida y superación. A mi Novio David Martínez por su apoyo, comprensión y ayuda constante en toda esta etapa. A mi compañera de tesis Juliette Olivella por todo su esfuerzo, dedicación y ayuda. Gracias a ellos por ayudarme a cumplir esta meta.

**Claudia López Manga**

Dedicado al hombre que amé y por quien decidí continuar a pesar de la nostalgia.  
William Romo tu recuerdo es aliento para no rendirme.  
(QEPD)

**Juliette Olivella López**

## CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	13
2	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	14
2.1	JUSTIFICACIÓN .....	15
2.2	PREGUNTA PROBLEMA.....	19
2.3	OBJETIVOS .....	20
2.3.1	Objetivo General.....	20
2.3.2	Objetivos Específicos .....	20
2.4	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN .....	20
3	MARCO REFERENCIAL .....	21
3.1	MARCO TEÓRICO.....	21
3.1.1	Medio Ambiente y Urbanismo.....	21
3.1.2	El ambiente sonoro como variable fundamental en el medio .....	22
3.1.3	Gestión de Ruido.....	22
3.1.4	Medidas de Ruido Aeroportuario a Nivel Internacional .....	22
3.1.5	Indicadores de Gestión.....	23
3.2	MARCO CONCEPTUAL.....	24
3.2.1	Gestión Ambiental Urbana.....	24
3.2.2	Contaminación Acústica .....	24
3.2.3	Ruido.....	25
3.2.4	Mapa de Ruido e isófonas .....	25
3.2.5	Indicador.....	26
3.2.6	Indicadores para medición de ruido .....	26
3.2.7	Licencia Ambiental .....	26
3.2.8	Plan de Manejo Ambiental (PMA) .....	27
3.2.9	Área de Influencia (AI) .....	27
3.2.10	Aeródromo y Aeropuerto .....	27
3.3	MARCO JURÍDICO .....	28
3.4	MARCO CONTEXTUAL .....	32
3.4.1	Descripción Territorial Localidad Fontibón.....	33
3.4.2	Aeropuerto Internacional El Dorado.....	35
4	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....	39

4.1	FASE 1 .....	39
4.2	FASE 2 .....	40
4.3	FASE 3 .....	41
5	HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN .....	43
5.1	FUNCIONAMIENTO .....	43
5.2	LIMITANTES .....	43
5.2.1	Aclaratoria de funcionamiento Algoritmo.....	44
5.3	FICHAS INDICADORES.....	44
5.4	EJECUTABLE DE LA HERRAMIENTA SIGEAM.....	53
5.4.1	Aplicativo .....	54
5.4.2	Información al Usuario.....	55
5.4.3	Archivo PDF de resultados y semaforización indicadores.....	56
5.5	INSTRUCTIVO DE LA HERRAMIENTA .....	57
5.5.1	Objetivo .....	57
5.5.2	Alcance .....	57
5.5.3	Definiciones.....	57
5.5.4	Responsables.....	58
5.5.5	Documentos De Referencia.....	60
5.5.6	Procedimiento .....	60
5.5.7	Documentos Relacionados Y Anexos.....	61
6	EVALUACIÓN APLICADA .....	62
6.1	AÑO BASE (i) Y AÑO (i+1) .....	62
6.2	EVALUACIÓN ÁREA AID: INDICADOR 2 - R.....	63
6.2.1	Análisis Resultados Indicador 2 - R .....	64
6.3	EVALUACIÓN POBLACIÓN EXPUESTA: INDICADOR 1 - P (i).....	65
6.3.1	Análisis Resultados Indicador 1 - P .....	66
6.4	EVALUACIÓN DE GESTIÓN: INDICADOR 3 – S (i).....	67
6.4.1	Medidas implementadas previo a la modificación de la licencia Ambiental – Año 2014 (i) .....	67
6.4.2	Medidas implementadas después de la modificación de la licencia Ambiental - Año 2015 (i+1).....	70
6.4.3	Análisis Resultados Indicador 3 - S. ....	70
6.5	EVALUACIÓN DE RUIDO POR CONTINGENCIAS: INDICADOR 4 – T (i) .....	71
6.5.1	Análisis Resultados Indicador 4 -T.....	71



6.6	EVALUACIÓN DE VIGILANCIA AMBIENTAL: INDICADOR 5 – V (i).....	72
6.6.1	Análisis Resultados Indicador 5 - V. ....	73
6.7	EVALUACIÓN DE APLICACIÓN DE SANCIONES: INDICADOR 6 – U (i) .....	73
6.7.1	Análisis Resultados Indicador 6 - U: .....	74
6.8	EVALUACIÓN DE PQRS: INDICADOR 7 – W (i) .....	74
6.8.1	Análisis Resultados Indicador 7 - W. ....	74
6.9	EVALUACIÓN DE ATENCIÓN AL PÚBLICO: INDICADOR 8 – X (i) .....	75
6.9.1	Análisis Resultados Indicador 8 - X. ....	75
6.10	RESULTADOS EN LA HERRAMIENTA .....	76
6.10.1	Análisis de Indicadores con resultados negativos.....	80
6.10.2	Análisis de indicadores con resultados intermedios.....	80
6.10.3	Análisis de indicadores con resultados positivos .....	80
7	OPORTUNIDADES DE MEJORA DE LA G.A.U. EN LA UAEAC.....	81
7.1	REDUCCIÓN DE EMISIONES EN LA FUENTE .....	81
7.2	PLANIFICACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL USO DEL SUELO .....	82
7.2.1	Instrumentos de acción.....	82
7.2.2	Instrumentos de planificación .....	83
7.2.3	Instrumentos financieros.....	83
7.3	PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES CON ABATIMIENTOS DE RUIDO ....	84
7.4	PLANIFICACIÓN DE LA OPERACIÓN AÉREA.....	85
7.5	VIGILANCIA Y CONTROL.....	86
8	CONCLUSIONES.....	87
9	RECOMENDACIONES.....	89
10	BIBLIOGRAFÍA .....	91

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Personas Afectadas por UPZ y Localidad.....	19
Tabla 2. Compilatorio del Marco Normativo .....	28
Tabla 3 Configuraciones de Operación del aeródromo SKBO.....	37
Tabla 4 Configuraciones Autorizadas en el Aeródromo SKBO Res 745 1998.....	38
Tabla 5 Configuraciones Autorizadas en el Aeródromo SKBO Res 1034 2015.....	39
Tabla 6. Ficha de Indicador No 1 .....	45
Tabla 7. Ficha de Indicador No 2 .....	46
Tabla 8. Ficha de Indicador No 3 .....	47
Tabla 9. Ficha de Indicador No 4 .....	48
Tabla 10. Ficha de Indicador No 5 .....	49
Tabla 11. Ficha de Indicador No 6 .....	50
Tabla 12, Ficha de Indicador No 7 .....	51
Tabla 13. Ficha de Indicador No 8 .....	52
Tabla 14. Detalle de contexto temporal de los indicadores.....	62
Tabla 15. Datos primarios del área AID en todos los años de estudio.....	63
Tabla 16. Datos primarios año 2008 .....	66
Tabla 17. Datos primarios año 2015 .....	66
Tabla 18. Resumen de medidas implementadas año (i).....	68
Tabla 19. Práctica operacional para mitigar ruido aeropuerto Heathrow – London (Inglaterra) .....	85

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. PQRS.....	16
Figura 2. Distancias entre pistas y unidades residenciales.....	17
Figura 3. Predios en la frontera sur del Aeropuerto El Dorado (Fontibón) .....	18
Figura 4. Predios en la frontera sur del Aeropuerto El Dorado (Engativá) .....	18
Figura 5. Ejemplo Isófona 65 dBA Aeropuerto Coruña .....	27
Figura 6. Localización General de la Localidad de Fontibón .....	33
Figura 7. Vista general del Aeropuerto El Dorado en 1960.....	35
Figura 8 Esquema de Cabeceras de Pista Aeropuerto SKBO.....	36
Figura 9. Flujograma explicativo de la Metodología de la Investigación .....	42
Figura 10. Bienvenida del aplicativo .....	53
Figura 11. Página 1 del Aplicativo.....	54
Figura 12. Página 2 del Aplicativo.....	54
Figura 13. Instrucciones para el usuario en el aplicativo .....	55
Figura 14. Ejemplo de las Fichas de los indicadores disponibles en el aplicativo .....	55
Figura 15. Ejemplo para guardar resultados de la herramienta .....	56
Figura 16. Ejemplo de resultado obtenido con el aplicativo. ....	56
Figura 17. Áreas del AID en año (i) e (i+1) .....	64
Figura 18. Pág. 1 y 2 de la herramienta con datos primarios ingresados .....	76
Figura 19. Resultados obtenidos con la herramienta de evaluación.....	77
Figura 20. Resultados de “Tips” y Oportunidades de mejora en la Gestión Ambiental.....	79
Figura 21. Molestias por ruido de aeronaves en comunidades cercanas al aeropuerto internacional Hartsfield-Jackson de Atlanta.....	83
Figura 22. Trayectorias de despegue con navegación aérea basada en puntos - RNAV.....	84

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo Digital 1. Ejecutable .xlsm  
Anexo Digital 2. Excel Base

## **SIGLAS**

- UAEAC: Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil
- ANLA: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
- AIP: Manual de Información Pública Aeronáutica
- AD: Aeródromo
- OACI: Organización de Aviación Civil Internacional
- IATA: Asociación Internacional de Transporte Aéreo
- AID: Área de Influencia Directa
- SKBO: Código para el aeropuerto El Dorado según la OACI
- ICA: Informe de Cumplimiento Ambiental
- EIA: Estudio de Impacto Ambiental
- PMA: Plan de Manejo Ambiental
- GAU: Gestión Ambiental Urbana
- UPZ: Unidad de Planeamiento Zonal
- POT: Plan de Ordenamiento Territorial

## **1 INTRODUCCIÓN**

Al Aeropuerto Internacional El Dorado Luis Carlos Galán Sarmiento, se le autorizó licencia ambiental ordinaria el 07 de noviembre de 1995 para la ejecución de obras de construcción y operación de la segunda pista, y desde entonces los retos de toda la industria aérea han llevado a numerosos actos administrativos que buscan contrarrestar los impactos ambientales que se derivan de las reformas de infraestructura, operación, y el crecimiento propio del aeródromo.

Recientemente se modificó la licencia ambiental del Aeropuerto, bajo la Resolución 1034 del 24 de Agosto de 2015 y dentro de los cambios significativos se autorizó la operación en horario nocturno de la pista sur (13L 31R).

Esta pista fue inaugurada en 1998, sin embargo a hoy no se había autorizado su operación tal como se menciona en la Res. 1034 Y por ello, el presente estudio busca analizar las condiciones de operación autorizadas para la pista sur en la ya mencionada resolución, confrontar el confort acústico tras la modificación de la licencia en la comunidad de Fontibón incluida en el Área de Influencia Directa del Aeródromo en la ciudad de Bogotá y proponer las estrategias pilares para mejorar la gestión Ambiental Urbana de la UAEAC.

Dentro del presente documento se logró evaluar las repercusiones acústicas del nuevo horario de operación autorizado, y se cotejó con ello la efectividad de las medidas delimitadas en el Plan de Manejo Ambiental de la actual modificación de la licencia ambiental del Aeropuerto El Dorado.

## 2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El Aeropuerto Internacional El Dorado “Luis Carlos Galán Sarmiento” es un foco de progreso económico para el país apoyando un 0,7% del PIB Colombiano (IATA, 2015) y un pilar para el desarrollo general de la nación, logrando catalogarse como uno de los tres principales terminales aéreos de América Latina (Aerocivil, C.AeroDorado, 2014).

En el segundo trimestre del 2016 El Dorado tuvo un total de 3´770.386 vuelos nacionales e internacionales (Opain.S.A, 2016) y alcanzó un movimiento de pasajeros equiparable a los 30 millones anuales\*, su actividad operacional cubre las 24 horas del día y la demanda comercial (pasajeros y aerolíneas) y se ha llegado al tope de la capacidad del aeródromo.

Estas condiciones requirieron la formulación de reformas en el esquema operacional, buscando entre otras cosas, aumentar la capacidad de El Aeropuerto Internacional El Dorado; para lo cual a finales de 2015, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA tras la solicitud de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil UAEAC y acompañada de los soportes respectivos, modificó la Licencia Ambiental concedida en la Resolución 1330 de 1995, y sus Actos Administrativos modificatorios a saber\*\* que consentían la “Ejecución de obras de Construcción y operación de la segunda pista y/o ampliación del aeropuerto Internacional El Dorado”.

La modificación vigente de la licencia fue autorizada mediante la Resolución 1034 de 2015 y concedió un nuevo horario de operaciones para el aeródromo, atendiendo así las obras de actualización de las pistas, la ampliación del aeropuerto, y la demanda de actividad aeroportuaria.

La modificación, se centró en ampliar el horario de operación en la pista sur en la jornada nocturna (jornada que no se encontraba restringida en la pista norte) y se acompañó de una serie de requerimientos de operación para mitigar los impactos ambientales, sin embargo dada la sensibilidad al ruido que existe durante el periodo comprendido entre las 21h y las 6h se ha generado un sinnúmero de detractores en la navegación aérea autorizada.

Existen varios estudios que evidencian que el ruido aeroportuario es una problemática que trasciende los límites del aeródromo, alcanzando incluso la cotidianidad de la ciudad; tal es el caso de la investigación publicada en la Revista de la Facultad Nacional de Salud Pública, donde se afirma que según el índice

---

\* Cifra a Diciembre de 2015

\*\* Resolución 1389 de 1995, Resolución 232 de 1996, Resolución 768 de 1996, Resolución 598 de 1997, Resolución 534 de 1998 y Resolución 745 de 1998

ELI<sup>\*\*\*</sup> estudiantes de grados 9°,10° y 11° muestreados en el Área de Influencia Directa del Aeropuerto presentan una hipoacusia del 10,9%, un rango similar al que se encontraría en trabajadores expuestos a ruido industrial por encima de 85 dB en las empresas colombianas de Ecopetrol y Cerromatoso (Londoño, Restrepo, Vieco, & Quinchía, 2004).

A su vez, en la revista Biomédica se evaluó la calidad del sueño de los habitantes de la localidad de Fontibón y se llegó a la conclusión que la muestra padece de una pobre calidad de sueño, causada por la exposición al ruido; afirmando incluso, que “Es necesario revisar las estrategias de mitigación de ruido en la localidad y considerar las implicaciones de la ampliación del Aeropuerto El Dorado para la salud pública” (Callejas, Sarmiento, Medina, & Sepulveda, 2012)

Y es que la interrupción del sueño puede tener repercusiones significativas en la calidad de vida de las comunidades vecinas al aeropuerto, bien lo han descrito en la investigación filandez “Aircraft noise effects on sleep” donde se concluye que pequeños cambios en la estructura o continuidad del sueño a causa del ruido, son suficientes para que la evaluación subjetiva del descanso sea negativa.

Ahora bien, por otro lado, lo que tienen en común las investigaciones mencionadas y las decenas que se pueden llegar a encontrar, es que todas fueron desarrolladas previo a la modificación de la licencia. Y Siendo así las cosas, si previo a la modificación de la licencia y el nuevo horario de operación nocturna, ya existía un impacto negativo sobre las comunidades vecinas (Engativá, Fontibón y Funza), tras la modificación se requiere una atención mayor, so pena de ello puede ser posible que los impactos sean menores en este escenario, puesto que toda licencia ambiental y/o modificación se acompaña de su respectivo Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo, donde sin duda alguna se busca contrarrestar los daños derivativos del permiso que se concede.

Es por ello que la evaluación de las medidas que adopta la autoridad Aeronáutica para controlar y mitigar los impactos por ruido es necesaria, a fin de poder optimizar las actividades que del PMA se deriven.

## 2.1 JUSTIFICACIÓN

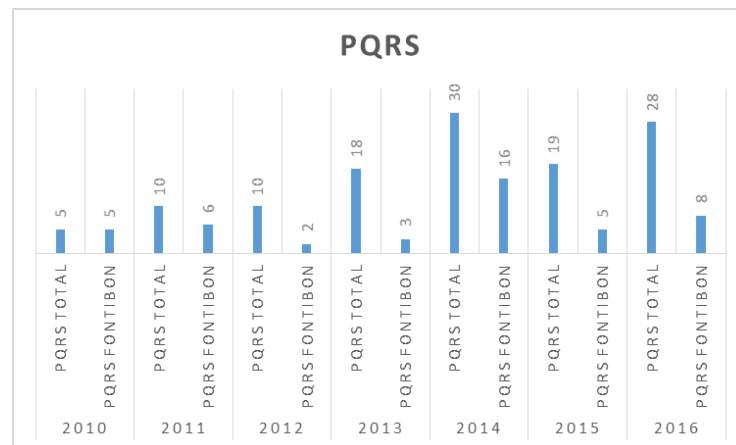
El sistema de PQRS (peticiones, quejas, reclamos y sugerencias) que maneja la UAEAC, en donde todos los ciudadanos pueden reportar peticiones, quejas, reclamos, sugerencias y denuncias, registra desde 2010 a la actualidad un total de 120 PQRS atendidas, que se representa en una tasa promedio de aumento del

---

<sup>\*\*\*</sup> ELI - Early Loss Index: Índice que evalúa la capacidad auditiva según el registro audiométrico del peor oído en la frecuencia de 4.000 hercios.



77% desde el 2014 al 2016. De las quejas totales del AID (Engativá, Fontibón y Funza), el 60% de las provenientes de la localidad de Fontibón se originaron desde el 2014, lo que refleja que el cambio paulatino de la operación nocturna de la pista sur y la modificación formal de la licencia (2015) puso en inconformidad a los vecinos del aeropuerto y se manifestó en detrimento del confort acústico de las localidades vecinas, con su evidente aumento en las PQRS interpuestas ante la ANLA y el sistema de atención de la AEROCIVIL.



*Figura 1. PQRS*

*Fuente: Base de Datos Gestión Social Aerocivil*

Por otro lado, la Aerocivil está firme en sostener que los estudios presentados para la modificación de la licencia, son técnicamente adecuados (Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, Consorcio AeroDorado, 2014), y la ANLA encuentra convenientes las medidas estructuradas en el PMA que son conducentes a mitigar y controlar lo derivativo de la nueva operación (Resolución 1567, 2015), sin embargo dado que no es correlacionable la percepción de las comunidades vecinas con la licencia de la Autoridad Ambiental y el proceder de la Autoridad Aeronáutica, se requiere evaluar objetivamente las medidas y su incidencia en el confort y bienestar de los vecinos residentes, específicamente en las localidades contiguas del aeropuerto.

Es por esto que el presente estudio busca como resultado formular propositivamente una actuación en el marco de la Gestión Ambiental Urbana que soporte la problemática, en el entendido que para la formulación de tales propuestas se requiere de la herramienta que permita evaluar objetivamente si las medidas adoptadas por la UAEAC en virtud de la modificación de la Licencia Ambiental del Aeropuerto El Dorado son suficientes.

Ahora bien, en lo que respecta a la delimitación del área de estudio y el análisis en las localidades inmersas en el AID y el municipio de Funza, el presente estudio se centra en la localidad de Fontibón por las siguientes premisas:

- La densidad poblacional comparativa entre el municipio de Funza y las Localidades de Engativá y Fontibón revelan un total de 75.350 posibles afectados frente a 824.337 y 317.179 respectivamente. Lo anterior indica que bajo la condición de analizar primeramente los sectores más densos, se descarta de esta investigación al municipio vecino de Funza (sin demeritar o eliminarlo para posibles alcances de este estudio a futuro), recordando también que el casco urbano de Funza se ubica según el Estudio de Impacto Ambiental como Área de Influencia indirecta (Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, Consorcio AeroDorado, 2014).
- Las distancias entre las unidades residenciales y las cabeceras de pista, son menores en la localidad de Fontibón, lo que refleja que la problemática de ruido aeroportuario en esta localidad es más cercana y específicamente por la pista sur (pista que ha tenido el cambio operacional más relevante en horario nocturno tras la modificación de la licencia).  
Cabe aclarar que si bien, el ruido aeronáutico puede llegar a interferir también unidades comerciales o industriales en la localidad de Engativá, es de mayor atención cuando lo hace en unidades residenciales (ver siguiente figura).



*Figura 2. Distancias entre pistas y unidades residenciales  
Fuente: Google Earth*

- Por otro lado para la selección del área de estudio, también es relevante que de las dos pistas del aeródromo, la pista norte es más antigua y lleva un mayor

recorrido en aplicación de medidas de mitigación. Es decir que la comunidad de Engativá inició su exposición al ruido aeroportuario con mayor anticipación que Fontibón y esto se ha visto reflejado en un cambio en la dinámica ocupacional de las zonas más cercanas, incluyendo además que este tiempo ha permitido que las unidades residenciales se adecuen mejor en la localidad.

Como se observa en las siguientes figuras, en los predios inmediatamente fronterizos con el aeropuerto en la localidad de Engativá se evidencia mayor actividad comercial e industrial (Ferreterías, tiendas, talleres, parqueaderos) y en los predios fronterizos de la localidad de Fontibón se encuentran viviendas y parques; por tanto teniendo en cuenta que lo que compete al presente estudio es el Ruido aeroportuario como problemática ambiental y no ocupacional, la Localidad de Fontibón exhibe una mayor problemática en sus límites con el aeropuerto.



*Figura 3. Predios en la frontera sur del Aeropuerto El Dorado (Fontibón)*  
Fuente: Google Earth Street View 2016



*Figura 4. Predios en la frontera sur del Aeropuerto El Dorado (Engativá)*  
Fuente: Google Earth Street View 2016

- Igualmente, al mirar la problemática desde el punto de vista psicoacústico, en la localidad de Fontibón el ruido aeroportuario es un estímulo reciente mientras que para la Localidad de Engativá el estímulo ha estado por más tiempo, lo cual trae a colación la “Atención selectiva<sup>\*</sup>” y el efecto “Cocktail Party<sup>\*\*</sup>”, que

<sup>\*</sup> Efecto estudiado por la psicoacústica que indica que tras un estímulo sonoro constante, la atención pierde selectividad y por tanto el estímulo sonoro parece desaparecer para nuestro cerebro y con ella la molestia disminuye.

<sup>\*\*</sup> Efecto estudiado por la Psicoacústica que indica que el cerebro es capaz de concentrarse en un estímulo sonoro y desaparecer los demás ruidos.

puede llegar a reflejar que la localidad con el estímulo por mayor tiempo, presenta menor inconformidad ante el ruido.

- Sumado a todo lo anterior, la localidad de Fontibón fue seleccionada para esta investigación porque en un contexto académico, se ha corroborado que las UPZ dentro de ella, son las más afectadas en comparación a las otras UPZ que conforman el AID.

Según la Ingeniera Colombiana Sandra Rivera Msc<sup>\*</sup>, “Comparando la ubicación de la población afectada por UPZ y la ubicación relacionada con las isófona curva de los 65 dBA, se observó que la mayoría de los barrios afectados pertenecen a UPZ como Fontibón, Fontibón San Pablo [...]” (Rivera, 2008)

Como se observa en la Tabla 1, alimentada con datos tomados del Plan Zonal del Aeropuerto, el Departamento Administrativo de Planeación Distrital y el Observatorio Social de Engativá, en la Localidad de Fontibón se tiene un 44% más de posibles personas afectadas por el ruido del aeropuerto que la localidad de Engativá.

*Tabla 1. Personas Afectadas por UPZ y Localidad*

Localidad	UPZ	Nombre	No de Personas Afectadas
Fontibón	75	Fontibón	145.133
	76	Fontibón San Pablo	27.708
	77	Zona Franca	28.671
	115	Capellanía	17.484
	117	Aeropuerto	--
	TOTAL		218.996
Engativá	31	Santa Cecilia	64.202
	74	Engativá	56.223
	116	Álamos	31.232
	TOTAL		151.657

*Fuente: (Rivera, 2008)*

## 2.2 PREGUNTA PROBLEMA.

Siendo así las cosas,

¿Cómo se pueden valorar las medidas planteadas por la UAEAC para mitigar los impactos de ruido aeroportuario en la localidad de Fontibón, en virtud de la modificación de la licencia ambiental de El Aeropuerto Internacional El Dorado, y

---

<sup>\*</sup> Magister en Gestión Ambiental

que medidas son adecuadas para la mejora de la gestión Ambiental Urbana de la Entidad en el contexto de la contaminación acústica?

## **2.3 OBJETIVOS**

### **2.3.1 Objetivo General**

Evaluar las medidas de mitigación de impactos por ruido aeroportuario en la localidad de Fontibón, tras la modificación de la licencia ambiental de El Aeropuerto Internacional El Dorado, vislumbrando las oportunidades de mejora.

### **2.3.2 Objetivos Específicos**

- Definir la metodología, los indicadores y el instrumento de evaluación sobre los cuales se valorarán las medidas adoptadas por la UAEAC en virtud de la modificación de la licencia ambiental.
- Diagnosticar el área de estudio aplicando el instrumento de evaluación en un contexto de línea base y un contexto con la modificación de la licencia en mención.
- Formular las recomendaciones y estrategias según los resultados de la evaluación aplicada.

## **2.4 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Este proyecto está enmarcado dentro de la línea de investigación de Ambiente, Territorio y Sociedad, la población seleccionada para el desarrollo es la ocupante de la Localidad de Fontibón y que hace parte del AID de El Aeropuerto Internacional El Dorado.

Las recomendaciones que surjan de este estudio pueden llegar a ser un punto de partida para acompañar las medidas de la UAEAC en aras de mejorar la calidad ambiental de la zona de estudio y por ende la calidad de vida de la colectividad alrededor del AID del aeródromo.

### **3 MARCO REFERENCIAL**

#### **3.1 MARCO TEÓRICO**

##### **3.1.1 Medio Ambiente y Urbanismo**

El entorno físico se entiende además del soporte para la acción humana como una parte de la forma de vida (Barrio, 2001). El carácter importante del medio ambiente en el ser humano fue tratado por el psicólogo Jacob R Kantor, revelando que lo más significativo en el contexto hombre – ciudad es la interacción de las personas con las condiciones de su entorno. (Kantor, 1924)

A su vez, el medio ambiente está definido en los artículos 1 y 2 del decreto 2811 de 1974 como patrimonio común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos (Michelsen, 1974).

Aunque estos autores, la normativa y los estudios modernos de urbanismo han delimitado que el ambiente y la interacción con él es un punto decisivo para la calidad de vida de las personas, algunas de las grandes ciudades en el mundo reflejan un desequilibrio entre la planificación y la Gestión Ambiental Urbana.

Tal es el caso de la ciudad de Bogotá, que cuenta con diversos instrumentos de planeación en el marco de la Gestión Ambiental urbana; no obstante “se puede establecer que la mayoría de instrumentos corresponde a planes y que la gestión, propiamente dicha, no se plantea” (Posada, 2014)

Bogotá ha pasado por con cuatro acercamientos y planes de gestión ambiental

- El primero en el marco de la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro junto con Colciencias y la Universidad Nacional en 1992, donde los proyecciones, innovadoras para ese entonces, valieron como base de entendimiento de la dimensión de la labor por hacer y demostró la necesidad imperante de vigorizar y posicionar la institución medioambiental. Este PGA ocurrió incluso, antes de la promulgación de la Ley 99 de 1993, que crea al Ministerio de Medio Ambiente.
- En el plan de gobierno 1995–1998 se contempló el segundo PGA de Bogotá como un plan de inversiones, atado a los programas de la Alcaldía Mayor y fortaleciendo el diagnóstico del contexto ambiental de la ciudad
- El tercer PGA, se adoptó mediante el Decreto 061 de 2003, con un alcance de nueve años (2001–2009), sin embargo debido a la necesidad de adecuarlo a la estructura administrativa del Distrito Capital, se modificó en 2008 bajo el Decreto Distrital 456
- Finalmente la Resolución 3514 de 19 abril 2010 adoptó el actual Plan de Gestión Ambiental, con una vigencia de largo plazo de 30 años (2008-2038)

### **3.1.2 El ambiente sonoro como variable fundamental en el medio**

Desde la primera formulación del PGA en 1992 se expuso la reducción de los niveles de ruido, y en los objetivos del PGA vigente (2008-2038) se enuncia la “Calidad Sonora” buscando aportar en la prevención y mitigación del ruido.

Según el estudio “Management for prevention and mitigation of urban noise”, la gestión del ruido urbano tiene como mira diseñar las medidas suficientes para el control y la disminución de los niveles de presión sonora, apoyándose en tres pilares esenciales: la legislación, la prevención y el control. (Maya V, Correa O, & Gómez M, 2010).

La Agenda 21 de las Naciones Unidas apoya principios de gestión ambiental sobre los cuales se pueden basar las políticas de gobierno, y que se articulan en los pilares de prevención y control (Organización de las Naciones Unidas ONU, 1992):

- El principio de precaución
- El principio responsabilidad medioambiental
- El Principio de prevención

Es decir que en materia de ruido son de fácil acceso dos de los tres pilares ya mencionados (la prevención y el control), y es menester y responsabilidad de cada administración promover los actos reglamentarios pertinentes (la legislación) para su disposición como actuación de la Gestión Ambiental Urbana.

### **3.1.3 Gestión de Ruido**

Debido al crecimiento de las urbes y las actividades inherentes de las ciudades, la contaminación auditiva se ha convertido en un común denominador de las metrópolis o grandes suburbios.

De ahí entonces, la necesidad de adoptar las medidas suficientes para afrontar la problemática.

Los objetivos fundamentales de la gestión del ruido son (Maya V, Correa O, & Gómez M, 2010):

- Desarrollar criterios para deducir los niveles de exposición
- Promover la evaluación y control del ruido como parte de los programas de salud ambiental

### **3.1.4 Medidas de Ruido Aeroportuario a Nivel Internacional**

La disminución del ruido de las aeronaves y el perfeccionamiento del confort acústico en las afueras de los aeropuertos hacen parte de la política de GAU para toda la Unión Europea. En materia de transporte aéreo, los planes se centran en el



desarrollo sostenible del mismo, para reducir también, el ruido de las aeronaves y de los aeródromos.

El aeropuerto de la ciudad de Liverpool “John Lennon”, abierto oficialmente en 1933, ha afianzado su compromiso con el desarrollo sostenible y la reducción del impacto ambiental del aeropuerto en los individuos, comunidades y comercio cercanos a él. Como parte del control del ruido, se ha instalado un sistema de control de ruido en el aeropuerto. El sistema incluye 2 terminales de control fijos y uno móvil, que permiten que el aeropuerto vigile el impacto de la contaminación acústica producida por los aviones.

En Ecuador la actividad se reduce al ejercicio académico, y se tiene el referente de un proyecto de Ingeniería Sanitaria y Evaluación Ambiental para el Desarrollo Sostenible desde la Universidad de Guayaquil (ISEADSGuayas) que buscó evaluar la problemática y graficar el mapa de ruido. (Erazo & Zambrano, 2008)

### **3.1.5 Indicadores de Gestión**

El concepto de Indicadores de Gestión tiene su origen en Estados Unidos con el desarrollo de la filosofía de la Calidad Total, la cual fue aplicada acertadamente en Japón.

En un principio esta herramienta fue utilizada como instrumento de control en los procesos operativos de las empresas y no como elemento de gestión que apoya la toma de decisiones. Sin embargo, después de muchas investigaciones, se logró establecer que los Indicadores de Gestión pueden involucrar tanto los procesos operativos como los administrativos de la empresa; así como deben apoyarse en la misión y en los objetivos que se planteen.

#### **3.1.5.1 Características Indicadores De Gestión.**

- Validez en el tiempo: Propiedad de ser permanentes en el tiempo
- Utilidad: Capacidad de estar orientado a buscar causas de un resultado para mejorar.
- Simplicidad: Capacidad de definir lo que se desea medir con el menor costo posible en recursos y tiempo.
- Adecuación: Debe definir la magnitud del hecho analizado y mostrar la desviación real del nivel deseado.
- Oportunidad: Capacidad de los indicadores para ser analizados y dar resultados a tiempo.



#### 3.1.5.2 Tipos de Indicadores de Gestión.

- Eficiencia: Estos están enfocados en el control y la evaluación del grado de aprovechamiento del recurso, se concentran en saber cómo se hicieron las cosas por esto es necesario tener referencias para alcanzar las metas.
- Eficacia: Estos indicadores tienen relación con los aspectos externos de la empresa, es decir, que la población juega un papel fundamental para realizar esta medición.
- Efectividad: Es la medida como el logro de los resultados y las necesidades se llegan a satisfacer. Es la relación entre la eficiencia y la eficacia.

### 3.2 MARCO CONCEPTUAL

#### 3.2.1 Gestión Ambiental Urbana

Según el ministerio de Medio Ambiente, y su Política de Gestión Ambiental Urbana, “... *el conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad en el proceso de decisión relativo a la conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente, a partir de un enfoque interdisciplinario y global*” es la orientación de la GAU en una ciudad sostenible.

El tejido antropizado contempla tanto el medio biótico contextualizado en los elementos físicos de la naturaleza, como el medio abiótico compuesto por las comunidades y su dinámica social del territorio; y al considerar la Gestión Ambiental Urbana como el proceso social que busca el equilibrio entre lo biofísico y las demandas de la organización social, se evidencian las diversas problemáticas que expresa la ciudad.

Caso directo la mixticidad de usos de suelo, que entre otras cosas deriva en un desequilibrio del confort acústico a raíz del ruido. Este es sin duda alguna, uno de los contaminantes inherentes a cualquier urbe y al tratarse de una combinación de dinanismos podría llegar a oscurecer cualquier visión de ciudad inteligente o amigable.

#### 3.2.2 Contaminación Acústica

Para una urbe, la contaminación acústica está simbolizada mediante el Ruido ambiental. Este ruido contiene el aporte energético de todas las fuentes emisoras colindante al equipo de medición (sonómetro): vehículos, industrias, bocinas, gritos, música, etc.; sonidos que a una alta exposición pueden provocar efectos acumulativos adversos, como daño auditivo, estrés, pérdida de la concentración, interferencia con el sueño, entre otros (Sistema Nacional de Información Ambiental Chile, 2016).

El ruido ambiental es considerado como un factor medioambiental que afecta la calidad de vida, puede definirse como el incremento significativo de los niveles acústicos de la media y es una consecuencia no deseada de las actividades antrópicas. (García Sanz & Garrido, 2003)

El ruido específico, es aquel procedente de una única fuente (generalmente sometida a investigación), que en el caso del presente documento corresponde al ruido Aeronáutico. Dicho ruido es un componente del ruido ambiental y puede ser identificado y asociado con el foco generador de molestias (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006).

### **3.2.3 Ruido**

El ruido fue definido en 1951 por la ASA\* como "todo sonido no deseado" (American Standards Association, Acoustical Society of America, 1951). Está directamente ligado a la intensidad del sonido, pero también a la frecuencia en que éste se produce y la duración de la exposición al mismo. (Pons, 1975) Su intensidad se mide mediante el decibelio dB (en honor a G. Bell) y para su cuantificación se utilizan el equipo técnico denominado sonómetro.

### **3.2.4 Mapa de Ruido e isófonas**

Los comportamientos del ruido sobre una ciudad o cualquier fuente, son representados mediante isófonas, líneas que unen puntos cuyos niveles de presión sonora son iguales. Estas representaciones permiten valorar globalmente la exposición al ruido en una zona determinada, o realizar predicciones globales para determinar el nivel de exposición sonora de un determinado grupo de personas, permitiendo aportar fundamento para la toma de decisiones y el diseño de planes de prevención o mitigación. (Parlamento Europeo, 2012)

Los mapas de ruido son la combinación de varias isófonas para representar un contexto acústico de un territorio. Se pueden realizar por muestreo y por simulación; por simulación se hace mediante la técnica de digitalización del ruido con el uso del sonómetro, esta estrategia se utiliza para analizar la contaminación en espacios grandes como los núcleos urbanos, el estudio se realiza en períodos de tiempo menores a un año con mediciones del ruido en determinados lapsos de tiempo. El análisis por simulación se realiza a partir del cálculo del ruido captado directamente en el lugar que es el objeto de estudio. (Echazarreta, 2008)

---

\* Acoustical Society of America

### **3.2.5 Indicador**

Es una medida de la condición de un proceso o evento en un tiempo o momento determinado. Estos pueden proporcionar una visión del estado de un proceso, negocio, permitiendo tener un control sobre diferentes aspectos y de esta forma poder predecir y actuar dependiendo el resultado positivo o negativo y de esta forma retroalimentar los procesos, monitorearlos y así poder realizar las acciones correctivas en forma oportuna. (Rincon, 1998)

### **3.2.6 Indicadores para medición de ruido**

Generalmente en las curvas isófonas se expone el indicador del Nivel Continuo Equivalente  $Leq$ , que es el nivel sonoro constante que demuestra numéricamente la misma cantidad de energía acústica del ruido real medido en un punto determinado y en un tiempo específico. (Target Asesores & Innovación y Cualificación, 2013). Cuando el Nivel Continuo Equivalente es medido durante las 07:01h y las 21:00h se le denomina LD o Nivel Continuo Equivalente Diurno, y cuando corresponde a las 21:01 y las 7:00h se le denomina LN o Nivel Continuo Equivalente Nocturno. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006)

Existe también, el nivel continuo equivalente medido durante las 24 horas (LDN) que representa el ruido con una penalización de 10 dB para las horas nocturnas buscando menor permisividad en la jornada de sueño. A su vez, este indicador LDN es usado para definir el ruido en los alrededores de los aeropuertos, calificando toda edificación que se encuentre por dentro de la isófona de los 65 dBA LDN como Área de Influencia Directa del aeródromo.

De ahí, que la licencia ambiental que se solicitó hacia 1998 para la modificación de la segunda pista del Aeropuerto El Dorado, haya incluido dentro de las medidas de mitigación todas las residencias al interior de la curva de los 65 dBA LDN.

### **3.2.7 Licencia Ambiental**

La licencia ambiental es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente (ANLA en el caso de acciones para El Dorado) donde se permite la ejecución de un proyecto obra o actividad, que de acuerdo con la ley y los reglamentos, pueda producir deterioro grave, a los recursos naturales renovables, o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje; la cual sujeta al beneficiario de esta, al cumplimiento de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada (Decreto 1076, 2015).

### 3.2.8 Plan de Manejo Ambiental (PMA)

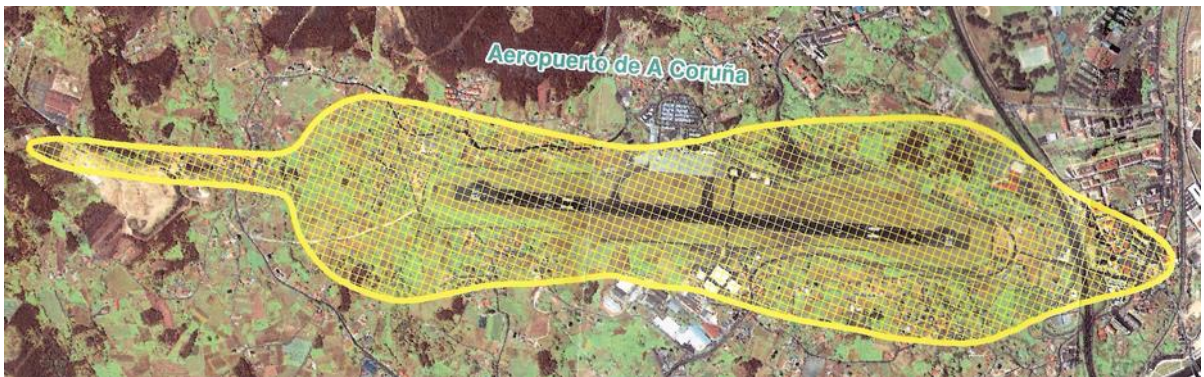
Es el conjunto detallado de medidas y actividades que, producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales debidamente identificados, que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad. (Decreto 2041, 2014).

### 3.2.9 Área de Influencia (AI)

El área de influencia de un proyecto es la distribución espacial de los potenciales impactos y secuelas (positivas o negativas) que generará el proyecto. Se define para cada caso en particular en función de las características de cada proyecto y permite ubicar en un área la intensidad de las medidas a tomar según los efectos que se producirán.

Se puede clasificar en Área de Influencia Directa (AID) e Indirecta (AII). El AID, es el área exacta donde sucederán los impactos de manera puntual, y el AII es la zona hasta donde llegarán los efectos ambientales producidos por el impacto. (Universidad Nacional Abierta y a Distancia, s.f.)

En el caso de un aeródromo, el AID está delimitada por toda el área que se encuentre al interior de la isófona 65 (curva de los 65 dBA).



*Figura 5. Ejemplo Isófona 65 dBA Aeropuerto Coruña  
Fuente: <http://www.aeroacustica.es/huellas/a-coruna/>*

### 3.2.10 Aeródromo y Aeropuerto

Definido por la OACI como el área específica de tierra o de agua (que incluye todas sus edificaciones, instalaciones y equipos) destinada total o parcialmente a la llegada, salida y movimiento en superficie de aeronaves.

Se diferencia del término aeropuerto en que, esta última abarca además del aeródromo, las instalaciones dedicadas a la prestación del servicio de terminal aéreo, tráfico regular de aeronaves, entre otros.  
(OACI, 2006)

### 3.3 MARCO JURÍDICO

Por medio de la Ley 12 del 23 de Octubre de 1947, Colombia certificó su adhesión al CONVENIO SOBRE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL, suscrito en Chicago el 7 de Diciembre de 1944, usualmente nombrado “Convenio de Chicago”; y en el Decreto 2007 de 1991 el entonces Presidente de la República de Colombia Cesar Gaviria Trujillo ratificó su aplicación.

Este convenio es el instrumento internacional que enmarca la aviación civil en el mundo y consta de 4 partes, 21 capítulos y 18 anexos.

En lo referente al Aeropuerto El Dorado y lo que concierne a la gestión de ruido en el mismo y sus vecindades, el marco general está guiado por el Anexo 16 Volumen 1 de la OACI, que estuvo derivado del convenio de Chicago ya mencionado y que ha sido actualizado por la OACI conforme a la evolución del sector aeronáutico.

A partir del reconocimiento de dicho convenio, la Aeronáutica Civil y las autoridades Ambientales Nacionales han expedido diferentes Actos Administrativos para regular la emisión del ruido.

En primer lugar, se tienen como referente la respectiva licencia ambiental que ha sido otorgada al aeropuerto, donde la Autoridad Ambiental ha demandado actuaciones de mitigación, compensación, vigilancia y gestión del ruido, y las modificaciones nacionales para cada una de ellas.

A partir de ello, el marco normativo de la presente investigación está orientado por:

*Tabla 2. Compilatorio del Marco Normativo*

Autoridad	Norma	Establece
-----------	-------	-----------

Autoridad	Norma	Establece
<i>Ambiental</i>	<b>Resolución 1330 De 1995</b>	<p>Licencia Ambiental para la ejecución de obras de construcción y operación de la segunda pista y/o ampliación del aeropuerto Internacional El Dorado de Bogotá.</p> <p>Se postularon los permisos de operación respectivos una vez se cumplieran los siguientes requerimientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Se prohibió la operación de aeronaves de primera y segunda generación entre las 9:00 pm y las 6:00 am.</li> <li>– Construir una barrera contra ruido en la zona de Engativá</li> <li>– Delimitar la zona de prueba de motores</li> <li>– Presentar el manual de abatimiento de ruido</li> <li>– Conformar el grupo de gestión ambiental dentro de la Aerocivil</li> <li>– Censar las viviendas y/o establecimientos expuestos a niveles iguales o superiores a 65 dB.</li> <li>– Requerir al departamento Administrativo de Planeación Distrital, normas de construcción para actuales y futuras licencias de viviendas ubicada en la zona sometida a niveles de ruido superiores a 65 dB.</li> </ul>
<i>Ambiental</i>	<b>Resolución 534 De 1998</b>	<p>Modifica parcialmente la Resolución 1330 de 1995 y aprueba un nuevo esquema de operación aérea diferente al bidireccional que sirvió de fundamento para la expedición de la resolución 1330.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Se prohíbe la inversión de turbinas para el frenado de las aeronaves en el aterrizaje</li> <li>– Se aclara detalles de las restricciones operacionales</li> <li>– Se ordena la insonorización acompañada de un estudio de efectos colaterales en las viviendas garantizando el abatimiento de 9 dB LDN entre el exterior y el interior de cada una de las edificaciones.</li> <li>– Se ordena la báscula de pesaje obligatorio a la totalidad de aeronaves de carga que operan desde el Dorado y de manera aleatoria a la flota aérea restante</li> <li>– Se formula pliego de cargos a la Aerocivil</li> </ul>
<i>Ambiental</i>	<b>Resolución 745 De 1998</b>	<p>Se resuelven recursos de reposición interpuestos a la Res 534 de 1998.</p> <p>Entre otras ordenanzas plantea:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Modificar el nivel de abatimiento de las insonorizaciones para que garanticen en lo mínimo 65 dB LDN al interior de cada edificación.</li> <li>– Realizar un estudio para delimitar las implicaciones de las vibraciones ocasionadas en las viviendas del AID.</li> <li>– Autorizar actividades de repavimentación de la primera pista del dorado</li> <li>– Se modifican los pliegos de cargos hacia la Aerocivil</li> </ul>

Autoridad	Norma	Establece
		Entre otros
<i>Ambiental</i>	<b>Resolución 1034 De 2015</b>	<p>Modifica la licencia del aeropuerto El Dorado permitiendo la operación aérea 24 horas con ciertas condicionales operacionales.</p> <p>Esta modificación de la licencia entre otras cosas delimitó que la Aerocivil era responsable por las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Incluir en las fichas de manejo ambiental actividades para el seguimiento y control del ruido</li> <li>– Reconversión de la flota aérea con reportes trianuales a la autoridad ambiental</li> <li>– Tomar medidas frente a los incumplimientos de los niveles de ruido y reportar los resultados semestralmente</li> <li>– Mantener la medida de insonorización en unidades sociales sensibles dentro de la curva de 65 dB LDN cuando una evaluación técnica establezca la necesidad del mismo.</li> <li>– En un plazo de 6 meses realizar un estudio del impacto del ruido sobre la población aviar del Humedal Guali</li> <li>– En un plazo de 6 meses realizar un estudio del impacto del ruido sobre la producción en las actividades agropecuarias de la zona rural de Funza.</li> <li>– Incluir dentro de la delimitación del AID la vereda Hato y los barrios de Engativá y Fontibón bajo la curva de 65 dB LDN.</li> <li>– Identificar las unidades territoriales adicionales en la curva de 65 dB cuando esta tienda a aumentar.</li> <li>– Contar con el Sistema de Vigilancia y Control Ambiental SVCA</li> <li>– Presentar el protocolo de evaluación del cumplimiento sobre emisiones de ruido</li> </ul> <p>Esta resolución rige el horario de operación vigente</p>
<i>Ambiental</i>	<b>Resolución 1567 De 2015</b>	<p>Por medio del cual se resuelve el recurso de reposición interpuesto a la Resolución 1034 de 2014.</p> <p>En ella se ratifica el horario de operación autorizado en la resolución 1034 de 2015 y adicionalmente se modifica el artículo 8 (numerales 1 y 2) y el artículo 9 (numeral 3 del párrafo).</p> <p>Entre los requerimientos generales que modificó esta resolución, se confirmó la necesidad sobre un estudio de la población de fauna silvestre en el humedal Guali, tomando como grupo focal las aves y un estudio de las actividades agropecuarias en la zona rural del municipio de Funza;</p>

<b>Autoridad</b>	<b>Norma</b>	<b>Establece</b>
		igualmente se amplía un plazo de 14 meses (contados a partir de diciembre de 2015) para que la Aerocivil reconfigure el espacio aéreo y presente los resultados de tal reconfiguración en los informes de cumplimiento ambiental.
<i>Ambiental</i>	<b>Resolución 627 de 2006</b>	Establece los estándares de Ruido Ambiental y Emisión de ruido para el territorio Colombiano
<i>Ambiental</i>	<b>Decreto 1076 de 2015</b>	Compila las actuaciones vigentes en el sector Medio Ambiental
Alcaldía Mayor de Bogotá	<b>Decreto 301 De 1990</b>	<p>Dicta disposiciones sobre usos en los terrenos ubicados en inmediaciones del Aeropuerto El Dorado, localizados en zona de influencia de ruido con el fin de garantizar el buen uso de los mismos con el tiempo.</p> <p>Establece que para aprobar las solicitudes de uso en los predios afectados por la zona de influencia de ruido producido por aeronaves del Aeropuerto El Dorado, cuando se trate de construcciones, el Departamento Administrativo de Planeación Distrital debe obtener concepto favorable del Departamento Administrativo de Aeronáutica Civil, para dar cumplimiento al Código de Comercio.</p>
Alcaldía Mayor de Bogotá	<b>Decreto 1261 De 1997</b>	Prohíbe la operación de aviones de primera y de segunda generación en el Aeropuerto Internacional El Dorado a partir del primero de enero del año 2000, así como la operación de ese mismo tipo de aeronaves entre las 9:00 p.m. y las 6:00 a.m. a partir de la entrada en funcionamiento de la segunda pista en el aeropuerto. Esto, bajo la consideración de que este tipo de aviones emite ruido a niveles que afectan de manera grave la salud y la tranquilidad de los habitantes de Santa Fe de Bogotá.
Dpto. Administrativo De Medio Ambiente	<b>Resolución 1198 De 1998</b>	<p>Establece las zonas de nivel sonoro en las cercanías del aeropuerto El Dorado. Se delimitan las áreas de 65 dBA LDN y 75 dBA LDN, las cuales están demarcadas según la modelación acústica pertinente.</p> <p>Adicionalmente establece en las previsiones contra ruido que todo hospital, clínica, sanatorio, biblioteca o centro educativo, y, los inmuebles con destinación residencial o industrial que se pretendan construir dentro de las zonas de 65 y 75 dBA, deberán contar las previsiones del caso para garantizar que el nivel del ruido al interior de ellas no supere los 65 dBA ni los 75 dBA al interior de las industrias, sin perjuicio del cumplimiento de las disposiciones sobre usos del suelo.</p> <p>Delimita que el incumplimiento de lo anterior dará lugar a la imposición por parte de la entonces autoridad competente "El DAMA", de las medidas preventivas y sanciones determinadas</p>



<b>Autoridad</b>	<b>Norma</b>	<b>Establece</b>
		en el artículo 85 de la Ley 99 de 1993, al constructor del inmueble, o, a quien financió su construcción.
Alcaldía Mayor de Bogotá	<b>Decreto 766 de 1999</b>	Reglamenta el Acuerdo 6 de 1990 que define los usos permitidos para la zona de influencia del Aeropuerto El Dorado, correspondientes a los polígonos de reglamentación asignados por los Decretos 735,736 y 737 de 1993.  Considerando que es necesario que el Departamento Administrativo de Planeación Distrital profiera normas de construcción sobre materiales, tipo de infraestructura y normas constructivas, para las actuales y futuras licencias de viviendas ubicadas en la zona sometida a niveles de ruido superiores a 65 decibeles promedio día noche –LDN-.
UAEAC	<b>Reglamento Aeronáutico de Colombia</b>	El reglamento aeronáutico de Colombia se compone de 40 partes, cada una de ellas con una asignación numérica respectiva no consecutiva.
UAEAC	<b>Información Pública Aeronáutica AIP</b>	La AIP Colombia constituye el manual básico de información aeronáutica. Contiene información de carácter permanente y cambios temporales de larga duración, esencial para la navegación aérea y las operaciones aeroportuaria  En él, y específicamente en su capítulo 21 se encuentran públicos los procedimientos de atenuación de ruido.
UAEAC	<b>Resolución 2130 De 2004</b>	Reglamenta la metodología de medición y evaluación del ruido aeroportuario, de aeronaves y la emisión sonora de este tipo de fuentes.
UAEAC	<b>Resolución 3185 De 2004</b>	Reglamenta que todo aeropuerto debe implementar su propio manual de procedimientos para la atenuación del ruido, en el que se especifican todos los procedimientos necesarios para reducir los niveles de presión sonora producidos por todas las actividades cotidianas en las operaciones aéreas así como los tiempos de exposición.  Postula el manual de abatimiento del Dorado
UAEAC	<b>Resolución 4819 De 2008</b>	Actualiza y sustituye el manual de abatimiento del Dorado

*Fuente: Resumen propio*

### 3.4 MARCO CONTEXTUAL

El entorno del Aeropuerto El Dorado consta de diferentes jurisdicciones como lo son Bogotá con las localidades de Fontibón y Engativá caracterizada por la

ocupación masiva del territorio en las últimas décadas por una población que ha estado creciendo constantemente. El municipio de Funza en su zona aledaña al aeródromo ha sido predominante el uso agrícola y proyección de zonas agroindustriales. Las construcciones en el AID del Aeropuerto Internacional el Dorado corresponden en un 90% a uso residencial y esto ha generado un conflicto por la problemática de la contaminación sonora debido a que en varias zonas se presentan niveles mayores a 65 dBA. Por estas razones se presentan conflictos con el POT puesto que según tales niveles en estas zonas se deben ubicar usos comerciales e industriales. (Camara de Comercio de Bogotá, 2008)

### 3.4.1 Descripción Territorial Localidad Fontibón

La localidad de Fontibón empezó a ser mayormente afectada con la construcción de la pista sur y su puesta en funcionamiento, lo que aparentemente empeoró con la modificación de la Licencia Ambiental para poder cumplir con la demanda del Aeropuerto Internacional El Dorado.

El área de interés de este estudio es el AID de la Localidad de Fontibón.

#### 3.4.1.1 Localización

La localidad de Fontibón es la numero 9 de las localidades del Distrito y está situada en la parte noroccidental de Bogotá. Al norte limita con la localidad de Engativá; al oriente con las localidades de Puente Aranda y Teusaquillo; al occidente con la ribera del río Bogotá y los municipios de Funza y Mosquera y al sur con la localidad de Kennedy (Alcaldía de Fontibón, 2016).

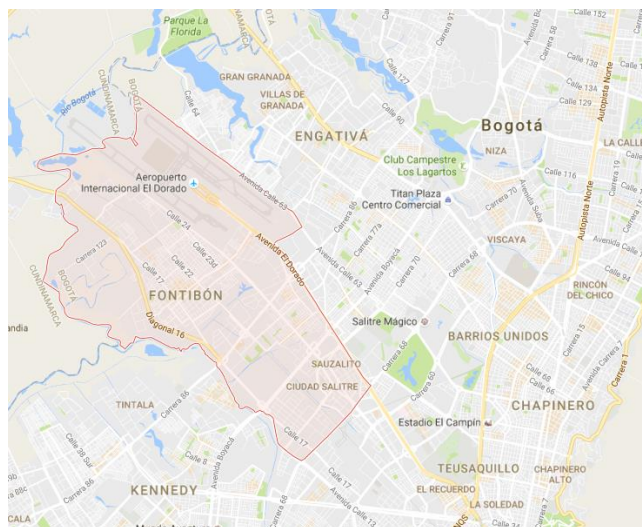


Figura 6. Localización General de la Localidad de Fontibón

### 3.4.1.2 Calidad ambiental

Fontibón registra un total de 329 hectáreas de suelo protegido que corresponden al 9,9% sobre el total del suelo de esta localidad (3.327 hectáreas). La UPZ Zona Franca figura con la mayor área protegida con 194 ha, por cuanto allí se ubica el humedal Meandro del Say, una parte del río Fucha y su ronda y, una gran zona del río Bogotá y su ronda, dentro del cual se ubica el parque Zona Franca. La UPZ Fontibón San Pablo registra 61 ha. De suelo protegido que comprende un sector del río Bogotá y su ronda. En la UPZ Capellanía se localiza el humedal que le da su nombre con una extensión de 24 ha. En la UPZ Granjas Techo se ubica gran parte del río Fucha y en las UPZ Modelia y Ciudad Salitre Occidental se localiza un gran sector del canal San Francisco (Secretaría Distrital de Ambiente , 2006).

Entre los problemas ambientales más importantes se encuentran el manejo de residuos sólidos porque tiene tres zonas críticas en cuanto a disposición de residuos estas son las avenidas principales, la plaza de mercado y la ronda de los ríos Fucha y Bogotá y sus canales de intercepción que se han convertido en puntos de disposición inadecuada de residuos.

Por otro lado la contaminación Atmosférica es alta debido a la concentración de TSP, CO<sub>2</sub> y los contaminantes originados en las fábricas de pinturas, la proliferación de olores ofensivos generado por los subproductos del matadero.

La contaminación hídrica se da por la ocupación ilegal de los cauces de los ríos generando inundaciones, los vertimientos de las diferentes industrias asentadas en la localidad como el procesamiento de subproductos de matadero, procesadores de papel, matadero de aves, procesadoras de alimentos, fábrica de pinturas y empresas manufactureras y vertimientos de detergentes.

Lo que en conclusión muestra un panorama bastante preocupante en cuanto a la calidad ambiental de la localidad porque estas características pueden ocasionar problemas de salud pública. (Secretaría Distrital de Ambiente , 2006)

### 3.4.1.3 Población

Según las poblaciones del DANE la población de la Localidad de Fontibón equivale a 4,5% del total de habitantes del Distrito Capital de acuerdo a las proyecciones de población del censo del 2005. La proyección de población para la localidad tiene un comportamiento a un ritmo menos acelerado y para el 2015 la población será de 380.435 personas. Teniendo un aumento de la población de personas mayores de 65 años y disminución de menores de 15 años. Para los años 2016 a 2020 se espera que continúe el descenso en la fecundidad, al igual

que descienda levemente la mortalidad, y esto se refleje en un aumento de población en los grupos de edad superiores (Secretaría Distrital de Gobierno, 2016).

#### 3.4.1.4 División Política

Fontibón tiene ocho UPZ (Secretaría Distrital de Gobierno, 2016) Cuatro predominantemente industriales, una predominantemente dotacional, una con centralidad urbana y dos de tipo residencial cualificado las Unidades de Planeamiento Zonal son:

- UPZ 75 Fontibón Centro
- UPZ 76 San Pablo
- UPZ 77 Zona Franca
- UPZ 110 Ciudad Salitre Occidental
- UPZ 112 Granjas de Techo
- UPZ 114 Modelia
- UPZ 115 Capellanía
- UPZ 117 Aeropuerto

#### 3.4.2 Aeropuerto Internacional El Dorado.

El Aeropuerto Internacional El Dorado fue construido en 1955 e inaugurado en 1959, rodeado netamente de actividad rural (Bogotá D.C. se encontraba delimitada al occidente por la actual Carrera 30), logrando ser el Aeropuerto más moderno de América Latina.



*Figura 7. Vista general del Aeropuerto El Dorado en 1960*

En la actualidad, El Dorado es el tercero con mayor número de vuelos domésticos en Latinoamérica y el de mayor movimiento de pasajeros y carga de Colombia, cuyo tráfico es de aproximadamente 850 operaciones diarias

El Aeropuerto Internacional El Dorado Luis Carlos Galán Sarmiento (SKBO - BOG) se encuentra ubicado a 15 km del centro de la ciudad de Bogotá. A 2016 cuenta con una superficie de área concesionada de 1100 hectáreas, un muelle internacional de 107819 m<sup>2</sup>, un muelle nacional de 65218 m<sup>2</sup>, y una terminal puente Aéreo con 14000 m<sup>2</sup> (Opain.S.A, 2016).

Limita al norte con la localidad de Fontibón, al sur con la Localidad de Engativá, y al oriente con el área rural del municipio de Funza.

Cuenta con dos pistas, cada una de 3800 metros de largo y 45 metros de ancho, nombradas como Pista Norte (Cabeceras 13L/31R) y Pista Sur (Cabecera 13R/31L). (Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil de Colombia, 2016)



Figura 8 Esquema de Cabeceras de Pista Aeropuerto SKBO  
Fuente: AIP 2016

Las configuraciones de operación (llegadas y salidas de aeronaves), están agrupadas en tres grandes alineaciones. Véase Tabla 3



Tabla 3 Configuraciones de Operación del aeródromo SKBO

Conf.	Descripción	Diagrama
Oriente	<p>Llegada y salida de aeronaves por las cabeceras de pista 13R o 13L.</p> <p>Representa un gran componente de contaminación acústica sobre las localidades de Engativá y Fontibón puesto que la operación más problemática (Despegue), es volcada hacia la ciudad.</p>	
Occidente	<p>Las Llegadas deben sobrevolar la ciudad de occidente a oriente y aterrizar de oriente a occidente. Las salidas se realizan de oriente a occidente solo desde cabecera 31L (pista sur).</p> <p>Implica una disminución del número de operaciones por hora puesto que las separaciones entre las aeronaves en secuencia de aproximación, son mucho más amplias.</p>	
Enfrentada	<p>Es la más restrictiva de todas permitiendo 20 operaciones por hora (10 de despegue y 10 de aterrizaje).</p> <p>Exige mayor ya que las operaciones se realizan en contra.</p>	

*Fuente: Estudio de Impacto Ambiental 2014 (Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, Consorcio AeroDorado, 2014)*

Estas configuraciones de operación son utilizadas en el aeródromo según las condiciones meteorológicas, condiciones de seguridad y las restricciones dictadas por la Autoridad Ambiental.

Es de aclarar, que tales restricciones han tenido vigencia desde 1995 cuando se dio Licencia Ambiental “Para la ejecución de obras de construcción y operación de la segunda pista”, y desde 1998 cuando inició operación la pista, se han conservado tales restricciones operacionales. A partir del 2015 se modificó la licencia y las obligaciones derivadas de ellas.

Con la licencia expedida mediante la resolución número 1330 de 1995, la restricción se centró en controlar el tipo de Aeronaves ruidosas y por ende se prohibió la actividad de aviones de capítulo I y II de ruido\* en el horario de 9:00 pm a 6:00 am. Hacia junio de 1998 la restricción se modificó para funcionar desde las 11:00 pm y las 6:00 am, y a principios de agosto del mismo año se dictó restricción general de operación sobre las pistas, tal como se muestra en la Tabla 4.

*Tabla 4 Configuraciones Autorizadas en el Aeródromo SKBO Res 745 1998*

PISTA NORTE		PISTA SUR	
HORARIO	CONF. PISTA 13L – 31R	HORARIO	CONF. PISTA 13R - 31L
6:00 am - 10:00 pm	Cualquiera de las Posibles**	6:00 am - 09:00 pm	Cualquiera de las Posibles**
10:01 pm - 11:00 pm	Enfrentada	09:01 pm - 10:00 pm	Enfrentada
A partir de las 11:01 pm	Enfrentada	A partir de las 10:01 pm	NO OPERA

*Fuente: Artículo 2 Modificación Parcial 1998 (Resolución 745, 1998)*

Esta configuración fue suficiente por unos años, sin embargo a causa de la creciente demanda en cuanto a pasajeros y carga, se vio la necesidad de incrementar la capacidad operativa del Aeropuerto, para lo cual en agosto de 2015 se autorizó la operación de la pista Sur en horario nocturno con ciertas restricciones. (Véase Tabla)

\* Según la OACI las aeronaves son clasificadas por capítulos o etapas de ruido. Estos capítulos están directamente relacionados con el performance de los aviones, los motores y la ingeniería aeronáutica de cada modelo.

\*\* Depende de las condiciones meteorológicas, saturación del espacio aéreo, seguridad, etc.

Tabla 5 Configuraciones Autorizadas en el Aeródromo SKBO Res 1034 2015

HORARIO	PISTA NORTE	PISTA SUR
	CONF. PISTA 13L – 31R	CONF. PISTA 13R - 31L
6:00 am - 10:00 pm	Cualquiera de las posibles	Cualquiera de las posibles
10:01 pm - 11:59 pm	Cualquiera de las posibles	Oriente (Solo Llegadas)
A partir de las 12:00 pm	Enfrentada	Enfrentada

Fuente: Artículo 1 Modificación parcial 2015 (Resolución 1034, 2015)

Esta modificación conlleva un aumento considerable en los niveles de ruido, sin embargo para mitigar y controlar tales impactos la UAEAC acompañó la nueva actividad operacional del aeródromo con diversas medidas de mitigación.

## 4 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Para esta investigación, fue necesario obtener información secundaria y primaria relacionada con la gestión ambiental de la UAEAC y que estuviera enmarcada en los datos reales, como lo son las mediciones de ruido, el inventario de PQRS y el informe social sobre el funcionamiento y sistema de gestión del ruido del Aeropuerto Internacional el Dorado. A partir de ahí, se constituyó la línea base y se delimitaron los parámetros para el desarrollo de los objetivo planteados.

Adicionalmente, la metodología de la investigación se divide en tres fases, cada una correspondiente al desarrollo de los objetivos específicos.

### 4.1 FASE 1

*Objetivo 1: Definir la metodología, los indicadores y el instrumento de evaluación sobre los cuales se juzgara la problemática encontrada.*

Para este objetivo, el primer paso fue hacer una revisión exhaustiva de las herramientas con las que cuenta la UAEAC para el análisis de la gestión ambiental y el plan de manejo; después de esto se diseñaron unos indicadores con sus respectivas fichas las cuales indican las metas y los rangos de evaluación tanto del indicador como de la comparación del año (i) y el año (i+1)\*.

La herramienta para la evaluación de las medidas adoptadas por la UAEAC después de la modificación de la licencia ambiental, se diseñó con la recopilación de información evaluada por medio de 8 indicadores.

\* Estos indicadores fueron tomados de los ya diseñados por la UAEAC y modificados en algunos puntos, adicionalmente la UAEAC los aplica semestralmente en los ICA y el uso aquí propuesto es anual por el acceso de información.



Esta herramienta, se basa en una hoja de cálculo, que brinda los resultados de los indicadores y su comparación de un año (i) a un año (i+1) y materializa ese resultado en una alerta tipo semáforo donde se utiliza el color rojo, amarillo y verde; la alerta de color quiere indicar si el indicador mejoró (verde), sigue igual (amarillo) o empeoró (rojo) de un año a otro.

Como producto de esta fase se obtuvieron las fichas de los indicadores, el instructivo de la herramienta y la hoja de cálculo de la herramienta.

En esta etapa el acceso a la información no tuvo ninguna restricción debido a que se tomó como base el estudio de impacto ambiental de El Aeropuerto Internacional El Dorado y el Plan de Manejo ambiental del mismo, donde se pudieron obtener los indicadores utilizados para evaluar el desempeño en cuanto a la gestión ambiental por ruido aeroportuario.

## **4.2 FASE 2**

*Objetivo 2: Diagnosticar el área de estudio aplicando el instrumento de evaluación en contexto de línea base y de la modificación de la licencia.*

Esta fase contiene las actividades de revisión y análisis de los registros suministrados por la Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil para generar una línea base antes de la modificación de la licencia ambiental y una línea actual posterior a la modificación.

En el desarrollo de las tareas se tuvieron en cuenta los datos suministrados por la Entidad Aeronáutica y cuando fue necesario se hicieron las mediciones de ruido para contextualización actual y la alimentación de la herramienta.

De ahí se obtuvo como resultado una semaforización comparativa de los indicadores en el contexto explicado anteriormente, estos resultados dieron paso a la determinación de las alternativas de gestión que permitan mitigación de la contaminación acústica generada por el Aeropuerto Internacional el Dorado en el AID específicamente en la localidad de Fontibón.

Como producto se obtuvo la Herramienta completamente diligenciada con los datos adquiridos y la semaforización comparativa de la línea base y la línea actual.

Para el desarrollo de los indicadores dentro de la herramienta no se contó con acceso a la información sobre aplicación del régimen sancionatorio de la UAEAC por temas referente a ruido aeroportuario. Se hizo uso del expediente 609 de la ANLA donde se registra toda la información del proyecto para Modificación de la Licencia Ambiental del Aeropuerto Internacional El Dorado y dentro del cual se encuentran los ICA entregados por la UAEAC al ente de control.

### 4.3 FASE 3

*Objetivo 3. Formular las recomendaciones y estrategias para el mejoramiento de los hallazgos encontrados en el diagnóstico.*

En esta última fase, se fundamenta el aspecto propositivo de la investigación. Se diseñaron los “tips” según los referentes internacionales en gestión del ruido aeroportuario, y que fundamentan las estrategias y recomendaciones que conducen al fortalecimiento de la gestión ambiental de la UAEAC tendiente a mitigar la contaminación acústica generada por el funcionamiento del Aeropuerto Internacional el Dorado en el AID de la localidad de Fontibón.

Las recomendaciones se obtuvieron teniendo como base de información los hallazgos realizados en el diagnóstico de la comparación de la línea base y la situación actual (Fase 2).

La metodología general está descrita en el siguiente flujograma (Véase Figura 9)

## METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

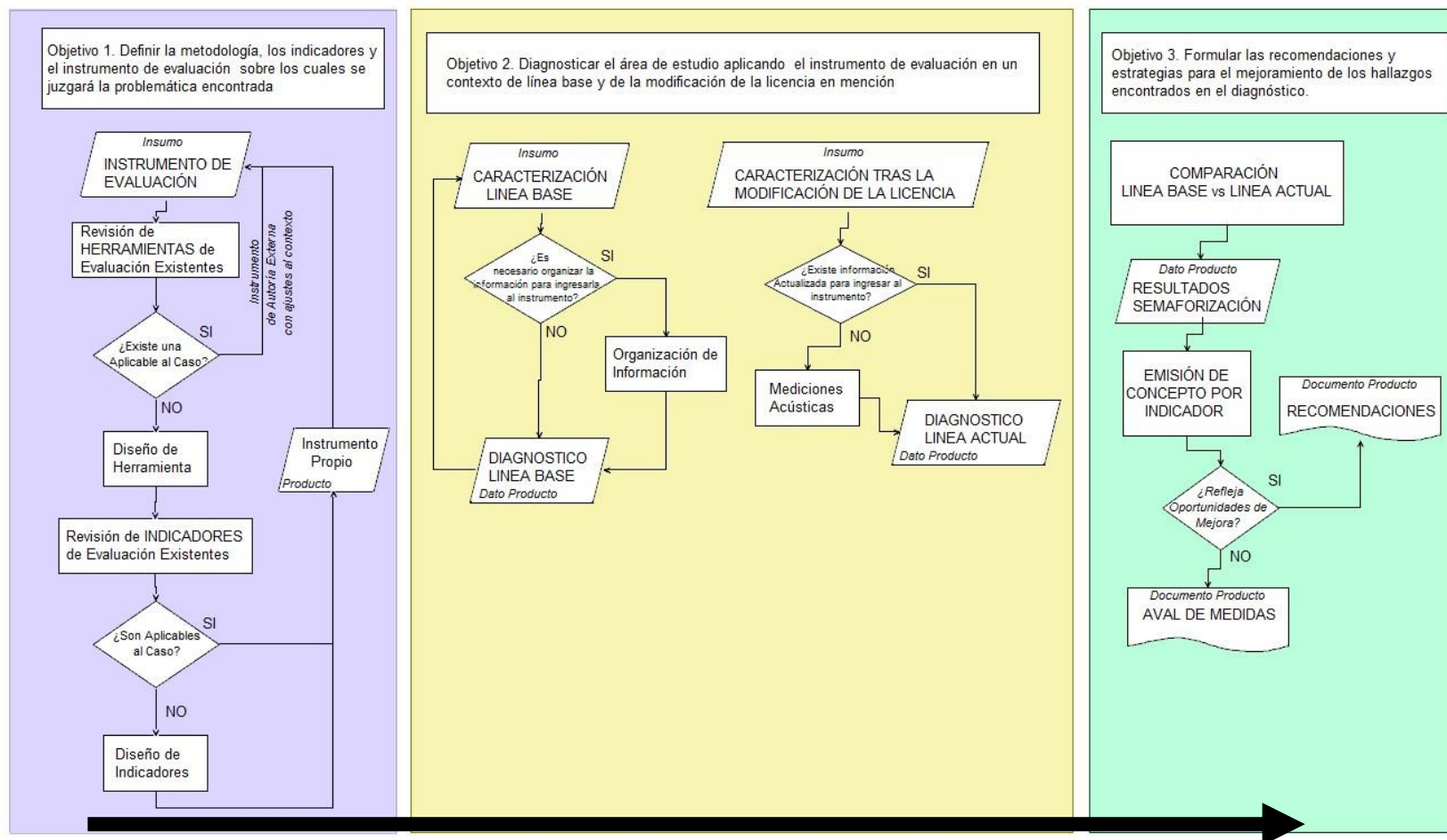


Figura 9. Flujograma explicativo de la Metodología de la Investigación  
Fuente: Propia

## **5 HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN**

### **5.1 FUNCIONAMIENTO**

Para el diseño de la herramienta de evaluación se determinó emplear la captura de información primaria por medio de datos suministrados por la UAEAC y es insumo para determinar si las medidas adoptadas en el PMA han disminuido la contaminación por ruido aeroportuario en la localidad de Fontibón.

Esta información es analizada por medio de 8 indicadores con los que se evalúan el cumplimiento de los objetivos del PMA para prevenir, mitigar y controlar la contaminación por ruido aeroportuario. Al diseñar las fichas se realizó una herramienta que se alimenta con los datos obtenidos por la información primaria y de esta forma se evalúa cada uno de los indicadores.

Esta herramienta brinda una alerta semáforo para saber cuánto se ha avanzado en la gestión de las medidas adoptadas, después de tener la herramienta se realizó un instructivo para su uso por los responsables de manejar y analizar dicha información.

Esta herramienta tiene como nombre SIGEAM y es un archivo ejecutable que brinda con producto un PDF con la información del resultado de los indicadores y su respectiva semaforización. Los entregables del diseño de la herramienta son:

- Ocho fichas de indicadores.
- Instructivo para el uso de la Herramienta SIGEAM
- Ejecutable de la herramienta donde se alimentan los datos.

### **5.2 LIMITANTES**

Como se ha comentado a lo largo del presente documento, para la información primaria que alimenta la herramienta se tuvieron limitantes de información. La información primaria fue tomada del expediente que reposa en la ANLA desde la licencia ordinaria del Aeródromo.

Los datos no encontrados son:

- Número de sanciones impuestas
- Número de sanciones saldadas
- Número de quejas atendidas en comparación con las recibidas
- Contingencias aeroportuarias que generan ruido
- Contingencias aeroportuarias totales

La falta de acceso público al detalle de estos datos refleja un vacío en la organización de la información y la presentación de resultados tanto de la UAEAC como de la ANLA.

### **5.2.1 Aclaratoria de funcionamiento Algoritmo**

Debido a que se conoce que en algunos indicadores no se tiene información pública para alimentar la herramienta, el algoritmo de programación contempla un filtrado en el que se evalúa si uno de los datos que alimentan al indicador es cero o nulo y a partir de ahí para evitar una división indefinida o un error matemático, se realiza el cálculo del comparativo con condicionales.

## **5.3 FICHAS INDICADORES**

Los indicadores están diseñados conforme a las medidas que se contemplaron en el PMA de la modificación de la licencia.

Es decir que en concordancia con las estrategias que formuló la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, se evalúa el contexto de línea base (sin modificación de la Licencia) y contexto actual (con la modificación de la licencia).

Las fichas tiene como información número del indicador, título, nombre, tipo del indicador, valor del indicador, definición, metodología para su análisis, semaforización de valores de referencia del comparativo del indicador ano (i) y año (i+1), la justificación y la meta.

Estas fichas de indicadores son:

Tabla 6. Ficha de Indicador No 1

1	PORCENTAJE DE PERSONAS EXPUESTAS A UN NIVEL > DE 65 dBA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DE LA LOCALIDAD DE FONTIBÓN.	
TIPO	VALOR INDICADOR	
Prevención	P (i) > P (i+1) Disminución de la exposición en uso de suelo residencial P (i) < P (i+1) Aumento de la exposición en uso de suelo residencial	
PERIODICIDAD	COBERTURA GEOGRÁFICA	
Semestral	AID Fontibón.	
FACILIDAD OBTENCIÓN		
Regular.	Requiere que exista actualizaciones semestrales (ICA y Mapas de Ruido) y monitoreo constante de los diferentes puntos de la red de monitores.	
DEFINICIÓN		
Porcentaje de personas expuestas en el Área de Influencia Directa a más de 65 dBA para cada año (i) en la Localidad Fontibón.		
METODOLOGÍA		
Este indicador se obtiene con la información continuamente tomada por la red de monitoreo de ruido de El Aeropuerto Internacional el Dorado y de los informes periódicos desarrollados del análisis de los datos, otra fuente de información es el mapa estratégico de ruido que brinda la información tanto del número de personas en el área de influencia directa en la localidad de Fontibón como el área de esta o en su defecto los datos se tomaron del Informe de Cumplimiento Ambiental (ICA).		
FORMULA		
$P(i) = \frac{\# \text{ Población Fontibón expuesta a niveles } > 65 \text{ dBA LDN}}{\# \text{ Población total AID}} * 100 [\%]$		
VALORES DE REFERENCIA COMPARATIVO INDICADOR AÑO(i) AL AÑO (i+1)		
VERDE	AMARILLO	ROJO
P>0	0	P<0
JUSTIFICACIÓN		
Una buena gestión del ruido en las operaciones del Aeropuerto Internacional el Dorado se evidencia en la disminución de la población afectada y de su área de influencia directa. Este indicador deberá medirse y compararse en términos de un año para el otro dentro del Área de influencia directa de la localidad de Fontibón y debe tenerse un mejoramiento continuo.		
META		
Disminución en la población expuesta a los niveles de ruido (Ldn) dentro del área de influencia directa de la localidad de Fontibón.		
INTERPRETACIÓN		
Se hace comparación del indicador en un año (i) y en el año (i+1) si el resultado es:	>0	Mayor que cero quiere decir que el indicador ha mejorado.
	0	Cero el indicador las acciones para el cumplimiento no ha cambio
	<0	Menor que cero las acciones para el indicador no han funcionado y se ha desmejorado en su gestión.
RESTRICCIONES Y LIMITACIONES		
Acceso a la red de monitoreo de ruido y las isófonas mayores a 65 dBA. Acceso a la información pública en los ICA (no están actualizados y no presentan una secuencia de información, por lo que los datos se pueden perder o pueden ser difíciles de interpretar).		
RESPONSABLE		
Es el profesional del grupo de Gestión Ambiental de la UAEAC con capacidades de comprensión del componente Ruido del PMA.		

Tabla 7. Ficha de Indicador No 2

2		EXPANSIÓN DEL ÁREA ABARCADA EN LA LOCALIDAD DE FONTIBÓN POR EL DESCRIPTOR LDN AL AÑO	
TIPO		VALOR INDICADOR	
MITIGACIÓN		Indicador > 1 disminución del área del descriptor. Indicador < 1 aumento del área del descriptor.	
PERIODICIDAD		COBERTURA GEOGRÁFICA	
Semestral		AID Fontibón.	
FACILIDAD OBTENCIÓN			
Regular.	Requiere que exista actualizaciones semestrales (ICA y Mapas de Ruido) y monitoreo constante de los diferentes puntos de la red de monitores.		
DEFINICIÓN			
Proporción de expansión del área del descriptor LDN año a año en la localidad de Fontibón.			
METODOLOGÍA			
Este indicador se obtiene por medio de los registros de las estaciones de medición de ruido ubicadas en la localidad de Fontibón y de los mapas estratégicos de ruido del Aeropuerto El Dorado. También se puede obtener por medio de los reportes o informes mensuales desarrollados por el área de gestión ambiental que se entregaran tanto a la aeronáutica civil como a la entidad ambiental correspondiente (ICA).			
FORMULA			
$R = \frac{\text{Área del AID en el año } (i)}{\text{Área del AID en el año } (i + 1)}$			
VALORES DE REFERENCIA COMPARATIVO INDICADOR AÑO (i) AL AÑO (i+1)			
VERDE	AMARILLO	ROJO	
>1	1	<1	
JUSTIFICACIÓN			
La disminución en el área del suscriptor LDN es una de las medidas más importantes en cuanto a la gestión que desarrolla el Aeropuerto El Dorado ya que puede indicar que tan eficientes han sido las medidas adoptadas para la disminución del impacto causado por el ruido en la localidad de Fontibón.			
META			
Reducción de ruido en la fuente mediante gestión para el manejo, control y disminución de la generación de ruido.			
INTERPRETACIÓN			
Se hace comparación del indicador en un año (i) y en el año (i+1) si el resultado es:	>1	Mayor que 1 quiere decir que el indicador ha mejorado.	
	1	1 el indicador las acciones para el cumplimiento no ha cambio	
Nota: La comparación para este indicador se analiza sobre uno debido a que el indicador es analizado así desde el PMA.	<1	Menor que 1 las acciones para el indicador no han funcionado y se ha desmejorado en su gestión.	
RESTRICCIONES Y LIMITACIONES			
La información no está actualizada constantemente en los ICA y en los mapas de ruido por ende no se puede tener una información de cada año actualizada.			
RESPONSABLE			
Profesional del grupo de Gestión Ambiental de la UAEAC con dominio en Sistemas de Información Geográfica			

Tabla 8. Ficha de Indicador No 3

3	PORCENTAJE DE APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DEL ENFOQUE EQUILIBRADO	
TIPO	VALOR INDICADOR	
GESTIÓN	(81 % - 100%) Bueno / (41% - 80%) Regular / (< 40%) Deficiente	
PERIODICIDAD	COBERTURA GEOGRÁFICA	
Semestral	AID Fontibón.	
FACILIDAD OBTENCIÓN		
Regular.	Falta actualización por parte de la Autoridad	
DEFINICIÓN		
Porcentaje de aplicación de las medidas del enfoque equilibrado en la Localidad de Fontibón.		
METODOLOGÍA		
Este indicador se obtiene con la información de todos los planes de gestión proyectados en el marco del enfoque equilibrado en el año y cuántos de estos han sido aplicados dentro del tiempo que deben desarrollarse. Los planes y medidas de gestión proyectadas son los 4 pilares del “Balance Approach”: reducción de ruido en la fuente, planificación y administración del uso del suelo, construcción de procedimientos de vuelo menos ruidosos, restricciones operacionales.		
FORMULA		
$S(i) = \frac{\text{Planes y medidas de gestión ejecutados}}{\text{Planes y medidas de gestión proyectados}} * 100 [\%]$		
VALORES DE REFERENCIA COMPARATIVO INDICADOR AÑO (i) AL AÑO (i+1)		
VERDE	AMARILLO	ROJO
<0	0	>0
JUSTIFICACIÓN		
El cumplimiento de todos los planes programados del enfoque equilibrado es muestra de una gestión eficiente en cuanto a la contaminación por ruido generada por el Aeropuerto Internacional el Dorado en la localidad de Fontibón, por ende es de gran importancia saber en qué porcentaje de cumplimiento se encuentra.		
META		
Lograr la gestión eficaz y eficiente para el manejo, control y disminución de la generación de ruido, aplicando las medidas establecidas en los criterios de enfoque equilibrado.		
INTERPRETACIÓN		
Se hace comparación del indicador en un año (i) y en el año (i+1) si el resultado es:	>0	Mayor que cero quiere decir que el indicador ha mejorado.
	0	Cero el indicador las acciones para el cumplimiento no ha cambio
	<0	Menor que cero las acciones para el indicador no han funcionado y se ha desmejorado en su gestión.
RESTRICCIONES Y LIMITACIONES		
Para este indicador se aclara que el total de medidas proyectadas para todos los años, refiere a las medidas de gestión según el “Balance Approach”* o Enfoque equilibrado. Se percibe una falta de actualización del cumplimiento de las medidas proyectadas y no es posible conseguir datos del año actual si no de años anteriores.		
RESPONSABLE		
Profesional del Grupo de Gestión Ambiental de la UAEAC, responsable de dirigir las actividades del plan de gestión ambiental		



Tabla 9. Ficha de Indicador No 4

4	PORCENTAJE DE EVENTOS MANTENIMIENTO QUE IMPACTAN EL RUIDO AMBIENTAL DE LA LOCALIDAD DE FONTIBÓN.	
TIPO	VALOR INDICADOR	
MITIGACIÓN.	(81 % - 100%) Bueno / (41% - 80%) Regular / (< 40%) Deficiente	
PERIODICIDAD	COBERTURA GEOGRÁFICA	
Semestral	AID Fontibón.	
FACILIDAD OBTENCIÓN		
Deficiente	Falta registro de los eventos contingentes o de mantenimiento que impactan negativamente el ruido.	
DEFINICIÓN		
Porcentaje de eventos contingentes o de mantenimiento que impactan negativamente el ruido ambiental de la Localidad de Fontibón.		
METODOLOGÍA		
Los datos para este indicador serán obtenidos del cronograma de mantenimientos más las contingencias presentadas en un periodo de tiempo, datos obtenidos de los registros y verificando cuales afectaron de forma directa el confort acústico dentro del AID en la localidad de Fontibón de El Aeropuerto El Dorado.		
FORMULA		
$T(i) = \frac{\# \text{ de eventos contingentes que generan ruido}}{\# \text{ total de eventos contingentes o de mantenimiento}} * 100[\%]$		
VALORES DE REFERENCIA COMPARATIVO INDICADOR AÑO (i) AL AÑO (i+1)		
VERDE	AMARILLO	ROJO
>0	0	<0
JUSTIFICACIÓN		
Es importante dentro de la gestión integral del ruido manejar todas las áreas que puedan generar contaminación por ruido ambiental diferente al ocasionado por el funcionamiento de las aeronaves y su sobre vuelo y de esta forma detectar que otras actividades dentro del Aeropuerto ayudan al incremento de la contaminación por ruido.		
META		
Realizar procedimientos de mantenimiento y contingencias sin incrementar el área de la isófona de 65 dBA		
INTERPRETACIÓN		
Se hace comparación del indicador en un año (i) y en el año (i+1) si el resultado es:	>0	Mayor que cero quiere decir que el indicador ha mejorado.
	0	Cero el indicador las acciones para el cumplimiento no ha cambio
	<0	Menor que cero las acciones para el indicador no han funcionado y se ha desmejorado en su gestión.
RESTRICCIONES Y LIMITACIONES		
En los reportes del expediente de la ANLA y en los informes ICA no figura la información detallada y necesaria para evaluar este indicador. Por lo que se recomienda empezar una recolección de información más detallada sobre este tema.		
RESPONSABLE		
Dependencia de la UAEAC “Secretaría De Seguridad Aérea “		

Tabla 10. Ficha de Indicador No 5

5	PORCENTAJE DE VIGILANCIA SOBRE ACTIVIDADES EN LA PISTA SUR.	
TIPO	VALOR INDICADOR	
PREVENTIVO	(81 % - 100%) Bueno / (41% - 80%) Regular / (< 40%) Deficiente	
PERIODICIDAD	COBERTURA GEOGRÁFICA	
Semestral	AID Fontibón.	
FACILIDAD OBTENCIÓN		
Regular.	Existe información a partir del año 2015 y la del año 2016 no se registra aun en los ICA.	
DEFINICIÓN		
Porcentaje de eventos sancionables vigilados en las actividades de la pista sur en comparación con el total de eventos aeronáuticos sancionables por ruido.		
METODOLOGÍA		
Para los datos de este indicador se tomaran como referencia las auditorias e inspecciones realizadas por la Aero civil y los hallazgos realizados y cuáles de estos se deben sancionar por la injerencia que tienen en el aumento de la contaminación por ruido ambiental.		
FORMULA		
$V(i) = \frac{\# \text{ de eventos aeronáuticos sancionables vigilados}}{\# \text{ de eventos aeronáuticos sancionables}} * 100 [\%]$		
VALORES DE REFERENCIA COMPARATIVO INDICADOR AÑO (i) AL AÑO (i+1)		
VERDE	AMARILLO	ROJO
>0	0	<0
JUSTIFICACIÓN		
Para una gestión adecuada de la contaminación por ruido es de gran importancia que las operaciones que se realicen dentro de El Aeropuerto El Dorado estén en constante auditoria y que los hallazgos que afecten los niveles permitidos por la norma siempre se mantengan dentro del LDN 65 dBA.		
META		
Disminuir los hallazgos que se puedan sancionar en las empresas que operen dentro de la pista Sur de El Aeropuerto El Dorado.		
INTERPRETACIÓN		
Se hace comparación del indicador en un año (i) y en el año (i+1) si el resultado es:	>0	Mayor que cero quiere decir que el indicador ha mejorado.
	0	Cero el indicador las acciones para el cumplimiento no ha cambio y el tema sigue igual.
	<0	Menor que cero las acciones para el indicador no han funcionado y se ha desmejorado en su gestión.
RESTRICCIONES Y LIMITACIONES		
El Sistema de Vigilancia y Control Ambiental SVCA entró en funcionamiento a partir del 2015, por lo cual muestra datos para el indicador después de la modificación de la licencia, año (i+1), del año anterior no se posee información de los datos.		
RESPONSABLE		
Dependencia de la Secretaría De Seguridad Aérea de la UAEAC.		

Tabla 11. Ficha de Indicador No 6

6	PORCENTAJE DE SANCIONES SALDADAS POR LA AERONÁUTICA	
TIPO	VALOR INDICADOR	
GESTIÓN	(81 % - 100%) Bueno (41% - 80%) Regular 40% < Deficiente	
PERIODICIDAD	COBERTURA GEOGRÁFICA	
Semestral	AID Fontibón.	
FACILIDAD OBTENCIÓN		
Deficiente.	No se suministran datos en los ICA.	
DEFINICIÓN		
Porcentaje de las sanciones que las empresas saldaron a la Aeronáutica Civil después de las investigaciones, auditorias e inspecciones y lo hallazgos encontrados sancionables.		
METODOLOGÍA		
Estos datos se toman del registro de los hallazgos sancionables y de las sanciones ya corregidas dentro del plazo y los términos impuestos por la Aeronáutica Civil a las empresas que funcionan dentro de El Aeropuerto El Dorado.		
FORMULA		
$U(i) = \frac{\# \text{ de sanciones saldadas}}{\# \text{ de sanciones impuestas}} * 100 [\%]$		
VALORES DE REFERENCIA COMPARATIVO INDICADOR AÑO (i) AL AÑO (i+1)		
VERDE	AMARILLO	ROJO
>0	0	<0
JUSTIFICACIÓN		
Una parte importante dentro de la Gestión de la contaminación por ruido ambiental son las empresas que trabajan dentro de El Aeropuerto el Dorado y las cuales deben cumplir con los lineamientos y parámetros del PMA y así poder cumplir con las metas, las sanciones que se imponen dentro de las revisiones periódicas es una forma de que las empresas tengan presentes las obligaciones y una forma de mejora continua para el beneficio de la población.		
META		
Disminuir los hallazgos sancionables y aumentar el número de sanciones saldadas por las empresas operantes en el Aeropuerto Internacional El Dorado.		
INTERPRETACIÓN		
Se hace comparación del indicador en un año (i) y en el año (i+1) si el resultado es:	>0	Mayor que cero quiere decir que el indicador ha mejorado.
	0	Cero el indicador las acciones para el cumplimiento no ha cambio y el tema sigue igual.
	<0	Menor que cero las acciones para el indicador no han funcionado y se ha desmejorado en su gestión.
RESTRICCIONES Y LIMITACIONES		
Los datos primarios de este indicador no se encontraron registrados dentro de los ICA, esto quiere decir que para el caso del Dorado, no se publica información de aplicación de sanciones y el estado de cada una de ellas		
RESPONSABLE		
Dependencia de la Secretaría De Seguridad Aérea de la UAEAC.		

Tabla 12, Ficha de Indicador No 7

7	PORCENTAJE DE QUEJAS RECIBIDAS DENTRO DEL AID DE LA LOCALIDAD DE FONTIBÓN	
TIPO	VALOR INDICADOR	
GESTIÓN	(81%-100%) Bueno / (41% - 80%) Regular / (<40%) Deficiente	
PERIODICIDAD	COBERTURA GEOGRÁFICA	
Mensual	AID Fontibón.	
FACILIDAD OBTENCIÓN		
Fácil.	Sistemas de PQRS.	
DEFINICIÓN		
Porcentaje de quejas recibidas en la Aérea de influencia directa en la Localidad de Fontibón en comparación con la población que se encuentra en esta Área.		
METODOLOGÍA		
Los datos para este indicador se toman del registro de PQRS de la Aeronáutica Civil junto con el mapa estratégico de ruido para identificar el número de población dentro del AID de la Localidad de Fontibón.		
FORMULA		
$W(i) = \frac{\# \text{ de quejas recibidas}}{\# \text{ de personas en el AID}} * 100 [\%]$		
VALORES DE REFERENCIA COMPARATIVO INDICADOR AÑO (i) AL AÑO (i+1)		
VERDE	AMARILLO	ROJO
>0	0	<0
JUSTIFICACIÓN		
La percepción del ruido por parte de la población en el AID es de gran importancia para la gestión integral que se hace de esta problemática, ya que la población es una de las más afectadas en su diario vivir por la generación de ruido, estas quejas son parte importante para analizar si las medidas tomadas han beneficiado a la población y ha disminuido la afectación como la percepción por la comunidad dentro de la Localidad de Fontibón.		
META		
Disminuir el número de quejas recibidas por el impacto del ruido ambiental generado por la operación del Aeropuerto Internacional El Dorado en función de la población del AID.		
INTERPRETACIÓN		
Se hace comparación del indicador en un año (i) y en el año (i+1) si el resultado es:	>0	Mayor que cero quiere decir que el indicador ha mejorado.
	0	Cero el indicador las acciones para el cumplimiento no ha cambio y el tema sigue igual.
	<0	Menor que cero las acciones para el indicador no han funcionado y se ha desmejorado en su gestión.
RESTRICCIONES Y LIMITACIONES		
Las fichas de gestión social y la información pública de este aspecto no están del todo actualizada en los expedientes e ICA.		
RESPONSABLE		
Profesional social designado por la UAEAC		

Tabla 13. Ficha de Indicador No 8

8	PORCENTAJE DE QUEJAS ATENDIDAS EN EL AID DE LA LOCALIDAD DE FONTIBÓN	
TIPO	VALOR INDICADOR	
GESTIÓN	(81 % - 100%) Bueno / (41% - 80%) Regular / (<40%) Deficiente	
PERIODICIDAD	COBERTURA GEOGRÁFICA	
Mensual	AID Fontibón.	
FACILIDAD OBTENCIÓN		
Fácil	Sistemas de PQRS.	
DEFINICIÓN		
Porcentaje de quejas atendidas del AID de la localidad de Fontibón en comparación con el total de quejas interpuestas por los habitantes de la localidad.		
METODOLOGÍA		
Los datos para este indicador se toman del registro de PQRS de la Aeronáutica Civil junto con el registro de las PQRS respondidas dentro de un tiempo límite.		
FORMULA		
$X(i) = \frac{\# \text{ de quejas atendidas}}{\# \text{ de quejas recibidas}} * 100 [\%]$		
VALORES DE REFERENCIA COMPARATIVO INDICADOR AÑO (i) AL AÑO (i+1)		
VERDE	AMARILLO	ROJO
>0	0	<0
JUSTIFICACIÓN		
La percepción del ruido por parte de la población en el AID es de gran importancia para la gestión integral que se hace de esta problemática, ya que la población es una de las más afectadas en su diario vivir por la generación de ruido, estas quejas son parte importante para analizar si las medidas tomadas han beneficiado a la población y ha disminuido la afectación como la percepción por la comunidad dentro de la Localidad de Fontibón, la respuesta a estas quejas hace que toda la gestión que realiza el Aeropuerto llegue hasta la comunidad.		
META		
Aumentar el número de quejas atendidas por el impacto del ruido ambiental generado por la operación del Aeropuerto Internacional El Dorado en función de la totalidad de quejas interpuestas en el AID de la localidad de Fontibón.		
INTERPRETACIÓN		
Se hace comparación del indicador en un año (i) y en el año (i+1) si el resultado es:	>0	Mayor que cero quiere decir que el indicador ha mejorado.
	0	Cero el indicador las acciones para el cumplimiento no ha cambio y el tema sigue igual.
	<0	Menor que cero las acciones para el indicador no han funcionado y se ha desmejorado en su gestión.
RESTRICCIONES Y LIMITACIONES		
Las fichas de gestión social y la información pública de este aspecto no están del todo actualizada en los expedientes e ICA. No se genera un reporte detallado de los casos atendidos y no atendidos por lo cual apelando al actuar de la Entidad aeronáutica y los vistos buenos de la ANLA, se presume que todos los casos son atendidos.		
RESPONSABLE		
Profesional social designado por la UAEAC		

## 5.4 EJECUTABLE DE LA HERRAMIENTA SIGEAM.

Este aplicativo ejecutable de la herramienta fue realizado con el lenguaje de programación de Visual Basic, con él se desarrolló un GUI (Graphic User Interface) y de esta forma se hizo que el uso de la herramienta fuera amigable, interactivo y ágil. El motor de programación fue Excel.

Dentro de este ejecutable se encuentra el instructivo, las fichas de los indicadores y evidentemente el aplicativo donde se diligencia la información primaria recolectada para la evaluación de los indicadores; la herramienta arroja al final de la evaluación un archivo de extensión .pdf con los resultados y la semaforización de la evaluación de los indicadores.

A continuación se mostraran imágenes del aplicativo:



Figura 10. Bienvenida del aplicativo  
Fuente: Propia

### 5.4.1 Apicativo

Herramienta

**SIGIAM** *Sistema de información de gestión ambiental*

**Ruido Aeroportuario**

Pag. 1 | Pag. 2

Indicador	Año i		Año i + 1	
$P(i) = \frac{\text{Población expuesta a LDN} > 65 \text{ dBA}}{\text{Población total AID}}$	#Personas	#Personas	#Personas	#Personas
$S(i) = \frac{\text{Planes y medidas de gestión ejecutados}}{\text{Planes y medidas de gestión proyectados}}$	#Planes	#Planes	#Planes	#Planes
$U(i) = \frac{\text{Sanciones Salidas}}{\text{Sanciones impuestas}}$	#Sanciones	#Sanciones	#Sanciones	#Sanciones
$V(i) = \frac{\text{Sanciones}}{\text{Hallazgos Sancionables}}$	#Sanciones	#Sanciones	#Sanciones	#Sanciones
$X(i) = \frac{\text{Quejas atendidas}}{\text{Quejas recibidas}}$	#Quejas	#Quejas	#Quejas	#Quejas

EVALUAR

*Diligencie Todos los campos antes de Evaluar (Página 1 y 2). Si no tiene Información de Un indicador, marque "0"*

Figura 11. Página 1 del Apicativo  
Fuente: Propia

Herramienta

**SIGIAM** *Sistema de información de gestión ambiental*

**Ruido Aeroportuario**

Pag. 1 | Pag. 2

Indicador	Año i		Año i + 1	
$R(i) = \frac{\text{Área abarcada por descriptor en el año i}}{\text{Área Abarcada por descriptor en el año i+1}}$	Metros^2	Metros^2	Metros^2	Metros^2
$T(i) = \frac{\text{Eventos contingentes o de mantenimiento que inciden negativamente sobre el ruido}}{\text{Número Total de eventos Contingentes o de mantenimientos}}$	#Eventos	#Eventos	#Eventos	#Eventos
$W(i) = \frac{\text{Número de quejas recibidas}}{\text{Población en el Área de influencia}}$	#Quejas	#Quejas	#Quejas	#Quejas

EVALUAR

*Diligencie Todos los campos antes de Evaluar (Página 1 y 2). Si no tiene Información de Un indicador, marque "0"*

Figura 12. Página 2 del Apicativo  
Fuente: Propia

## 5.4.2 Información al Usuario

Dentro de la herramienta el usuario puede ver las siguientes ventanas con las fichas y las instrucciones:

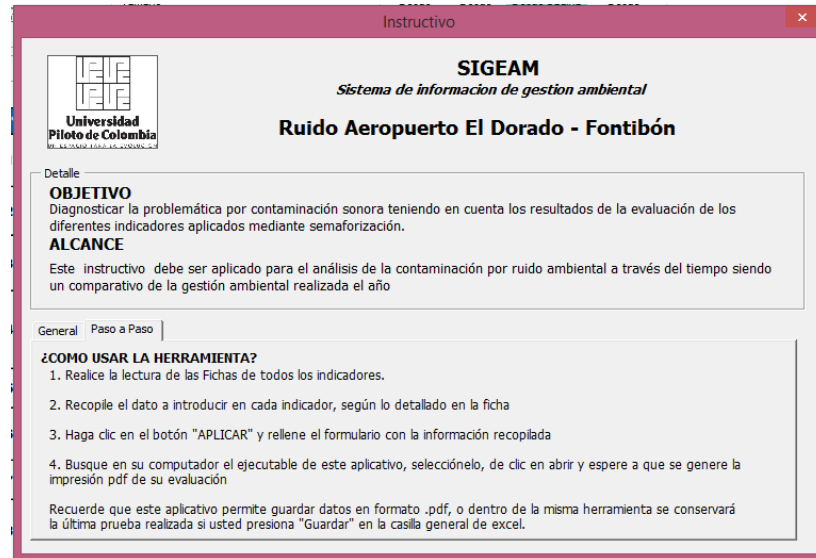


Figura 13. Instrucciones para el usuario en el aplicativo  
Fuente: Propia

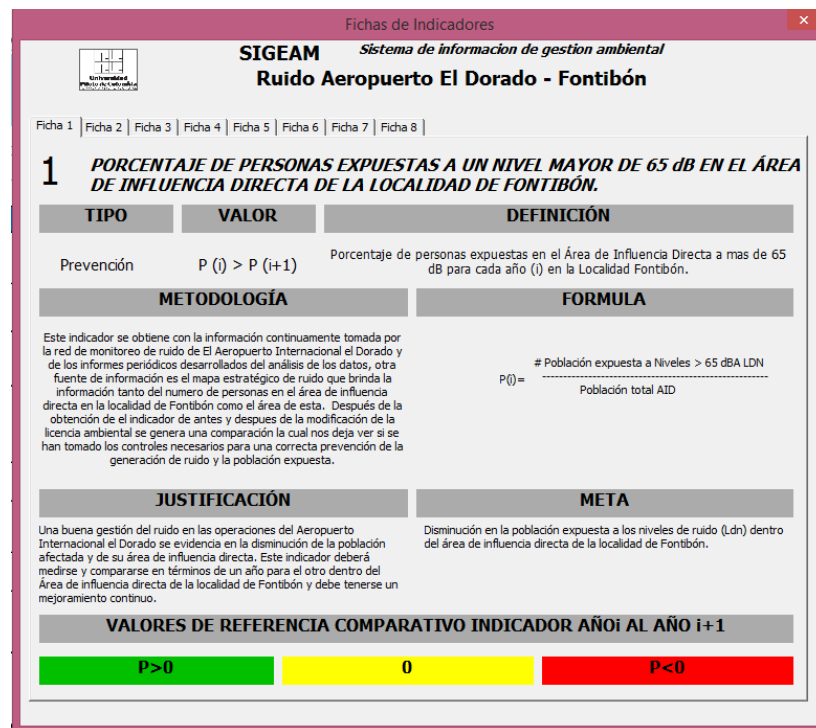


Figura 14. Ejemplo de las Fichas de los indicadores disponibles en el aplicativo  
Fuente: Propia



### 5.4.3 Archivo PDF de resultados y semaforización indicadores.

Para flexibilizar el uso, la herramienta pregunta donde se guardarán los resultados.

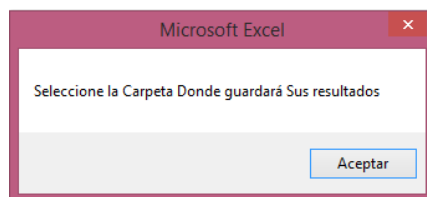


Figura 15. Ejemplo para guardar resultados de la herramienta  
Fuente: Propia

En la imagen a continuación se da un ejemplo del Archivo PDF que se producirá al terminar de diligenciar toda la información dentro del aplicativo:


 <b>INSTRUMENTO PARA EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE RUIDO EN LA LOCALIDAD DE FONTIBÓN, TRAS LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO.</b>						
Nº	INDICADORES	DESCRIPCION	VALOR AÑO i	VALOR AÑO i+1	EVALUACION	CONCEPTO
1	$P(i) = \frac{\# \text{ Población expuesta a } > 65 \text{ dBA LDN}}{\text{Población total AID}}$	Porcentaje de personas Expuestas en el Área de Influencia Directa (>65 dB) para cada año (i) Localidad Fontibon				
2	$R = \frac{\text{Área abarcada por descriptor en el año i}}{\text{Área Abarcada por descriptor en el año i+1}}$	Expansión del área en Fontibon del descriptor LDN año a año.		-		
3	$S = \frac{\text{Planes y medidas de gestión ejecutados}}{\text{Planes y medidas de gestión proyectados}}$	Porcentaje de aplicación de las medidas del enfoque equilibrado en la Localidad de Fontibon.				
4	$T = \frac{\text{Número de eventos Contingentes o de mantenimientos Que inciden negativamente sobre el ruido ambiental}}{\text{Número Total de eventos Contingentes o de mantenimientos}}$	Porcentaje de eventos contingentes o mantenimiento impactan el ruido ambiental de la Localidad Ambiental Fontibon.				
5	$V = \frac{\text{Número de Hallazgos sancionables vigilados}}{\text{Número de Hallazgos sancionables}}$	Porcentaje de sanciones impuestas sobre operaciones en la pista Sur.				
6	$U = \frac{\text{Número de sanciones Saldadas}}{\text{Número de sanciones impuestas}}$	Porcentaje de sanciones impuestas en las actividades de la pista sur en comparación con los hallazgos realizados.				
7	$W = \frac{\text{Número de quejas recibidas}}{\text{Población en el Área de influencia}}$	Porcentaje de quejas recibidas del Área Influencia Directa en la localidad de Fontibon.				
8	$X = \frac{\text{Número de quejas atendidas}}{\text{Número de quejas recibidas}}$	Porcentaje de quejas atendidas del Área de influencia directa de la localidad de Fontibon.				

Figura 16. Ejemplo de resultado obtenido con el aplicativo.  
Fuente: Propia

## **5.5 INSTRUCTIVO DE LA HERRAMIENTA**

### **5.5.1 Objetivo**

Diagnosticar la problemática por contaminación sonora teniendo en cuenta los resultados de la evaluación de los diferentes indicadores aplicados mediante semaforización.

### **5.5.2 Alcance**

Este instructivo debe ser aplicado para el análisis de la contaminación por ruido ambiental a través del tiempo siendo un comparativo de la gestión ambiental realizada el año anterior con el año presente, establece los conceptos básicos, características principales y orientaciones de seguimiento a los indicadores de gestión ambiental referentes a la contaminación acústica.

### **5.5.3 Definiciones**

A continuación se presentan algunas definiciones aplicables para la formulación y seguimiento a los indicadores de gestión de la contaminación por ruido de la Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil, para la optimización de la gestión ambiental urbana mediante la evaluación de las medidas adoptadas.

- *Área De Influencia Directa AID*

Es aquella donde se prevé la afectación por las actividades del Aeropuerto Internacional el Dorado y donde el LDN supera los 65 dBA.

- *Auditoria*

Procesos sistemáticos, independientes y documentados para obtener evidencias y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar si se cumplen los requisitos para la gestión ambiental de la contaminación por ruido o de cualquier otro tipo.

- *Contaminación Ruido Ambiental*

Se define como la presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones, cualquiera que sea el emisor acústico que los origine, que impliquen molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, o que causen efectos significativos sobre el medio ambiente.

- *Indicador*

Expresión cuantitativa o cualitativa que permite establecer el estado del objeto a evaluar en un momento determinado, con relación a rangos establecidos.

- *LDN*

Nivel sonoro constante que demuestra numéricamente la misma cantidad de energía acústica del ruido real medido en un punto determinado medido durante las 24 horas.

- *Queja*

Es la manifestación de protesta, censura, descontento o inconformidad que formula una persona en relación con una conducta que considera irregular de uno o varios servidores públicos en desarrollo de sus funciones

- *Semaforización*

Es un método que le asigna colores Verde, Amarillo y Rojo a los resultados de indicadores representando el rango del indicador es bueno, regular o no ha mejorado y malo, a cada color se le da un rango y de esta forma se puede hacer una evaluación rápida.

#### **5.5.4 Responsables**

A continuación se detallan los responsables que se encuentran involucrados en la aplicación de la herramienta por parte de cualquier entidad.

##### **5.5.4.1 Responsable De Caracterización Técnica**

Es el profesional del grupo de Gestión Ambiental de la UAEAC con capacidades de comprensión del componente Ruido del PMA.

Tiene bajo su responsabilidad

- El levantamiento y análisis de información primaria y secundaria del componente Ruido y la operación del sistema de monitoreo de Ruido.
- Realiza la modelación de Ruido utilizando el software requerido

##### **5.5.4.2 Responsable SIG O Geógrafo**

Es el profesional del grupo de Gestión Ambiental de la UAEAC con dominio en Sistemas de Información Geográfica.

Tiene bajo su responsabilidad

- Delimitar el área total del AID para cada periodo de estudio
- Consolidar la cartografía pertinente para los comparativos del impacto sonoro en el área de estudio

##### **5.5.4.3 Departamento De Aeronavegabilidad**

Es la dependencia de la UAEAC encargada de:

- Reportar los eventos contingentes o de mantenimiento que estén contemplados dentro del manual de abatimiento de ruido como conducentes al detrimento del confort acústico.

#### 5.5.4.4 Grupo Investigación, Sanciones, Infracciones Técnica

Es la dependencia de la Secretaría De Seguridad Aérea de la UAEAC encargada, entre otras cosas, de los casos de infracciones o sanciones de cualquier índole y que se den en el contexto del aeródromo

- Reportar las sanciones de ruido saldadas y el proceso seguido para cada caso puntual del procedimiento de seguimiento acústico ambiental.

#### 5.5.4.5 Responsable Social

Es el profesional social designado por la UAEAC que armoniza las actividades técnicas con el componente social.

Tienen bajo su responsabilidad:

- Determinar el número de habitantes que se encuentran dentro de la curva de los 65 dBA LDN según modelación.
- Consolidar la base de datos PQRS para el periodo en estudio, obteniendo el número de quejas recibidas, el número de quejas atendidas y la repetitividad de los peticionarios

#### 5.5.4.6 Responsable Del Control De Indicadores Y Alimentación De La Herramienta

Es el profesional del Grupo de Gestión Ambiental de la UAEAC, responsable de dirigir las actividades del plan de gestión ambiental referentes a la contaminación por ruido y será designado por el Líder de Gestión Ambiental de la UAEAC.

Tiene las siguientes responsabilidades:

- Recolectar, tabular, registrar y presentar periódicamente la información de los indicadores al Líder de Proceso para su análisis.
- Informar al responsable de la actualización de la herramienta.
- Apoyar la formulación de acciones preventivas, correctivas o de mejora cuando se requiera.
- Apoyar el análisis y revisión de los indicadores así como su mejora.
- Apoyar la aplicación de las herramientas su seguimiento, así como su revisión y ajuste cuando sea requerido.

#### 5.5.4.7 Responsable Del Análisis

Es el Líder del grupo de Gestión Ambiental de la UAEAC, tiene bajo su responsabilidad realizar las siguientes actividades:

- Revisar y analizar los datos registrados para el indicador en cada periodo.
- Formular y velar por la implementación de las acciones preventivas, correctivas o de mejora que se deriven del análisis del indicador.
- Revisar y ajustar los parámetros del indicador (meta), cuando se requiera.
- Solicitar la creación, modificación o eliminación de los indicadores de los procesos que estén bajo su responsabilidad.
- Velar por la aplicación de la herramientas su seguimiento y por la revisión y ajuste de estas cuando así se requiera.

#### 5.5.5 Documentos De Referencia

- Informe Social UAEAC
- Informe Red de Monitoreo Aeropuerto Internacional el Dorado
- Informe de auditorias
- Informe Sancionatorio

#### 5.5.6 Procedimiento

La Herramienta para la evaluación de las medidas adoptadas por la UAEAC después de la modificación de la licencia ambiental es un producto de recopilación de información evaluada por medio de 8 indicadores, el cual cada uno tiene su correspondiente ficha (Sección 5.3 FICHAS INDICADORES) y especificaciones de metodología, valores y valores comparativos. Esta herramienta, se basa en una hoja de cálculo, que brinda los resultados de los indicadores y su comparación de un año (i) a un año (i+1) y materializa ese resultado en una alerta tipo semáforo donde se utilizan el color rojo, amarillo y verde, esta alerta de color quiere indicar si el indicador mejoró (verde), sigue igual (amarillo) o empeoró (rojo) de un año a otro.

Esta hoja de cálculo cuenta con los siguientes Ítems:

- **Número (N°):** En esta columna se numeran los indicadores.
- **Indicadores:** En esta columna se aprecian como se valora cada indicador y su fórmula para la obtención del mismo.
- **Tipo:** Aquí se clasifican los indicadores según la meta que tiene cada uno dentro del plan de Gestión ambiental.
- **Descripción:** En esta columna se aclara lo que está evaluando el indicador.
- **Valor Indicador:** En esta columna que valores tendrá el indicador y como se califican individualmente.

- **Año  $i$ :** Es el año anterior que se va evaluar con cada uno de los indicadores y donde se alimentan los datos necesarios para hallar el resultado del indicador por esta razón se solicita llenar el numerado y denominador de cada uno.
- **Año  $(i+1)$ :** Es el año presente que se quiere evaluar con cada uno de los indicadores donde se alimentan los datos necesarios para hallar el resultado del indicador por esta razón se solicita llenar el numerado y denominador de cada uno.
- **Unidad:** En esta columna se expresa el resultado de los indicadores que tipo de unidad eje \$ o m2.
- **Valor Año  $i$ :** Es el resultado de la evaluación del indicador en el año anterior.
- **Valor Año  $(i+1)$ :** Es el resultado de la evaluación del indicador en el año presente.
- **Semaforización:** En esta columna se le asignan colores Rojo, Amarillo y Verde al rango de resultados en la comparación del año  $(i)$  y el año  $(i+1)$ , este rango de datos depende del indicador que se esté evaluando.
- **Evaluación:** En esta casilla se da el resultado en color que puede ser Verde, Amarillo o Rojo simulando una alerta.
- **Concepto:** Se refiere a si es una oportunidad de mejora, si empeoro o mejoro.

En esta hoja de cálculo las únicas columnas que se modifican son las de valor año  $i$  y valor año  $(i+1)$ , este está formulado de tal forma que da el resultado al final de agregar cada uno de los datos.

#### 5.5.7 Documentos Relacionados Y Anexos

- Hoja de Cálculo Matriz con extensión para ejecutar macros y código de Visual Basic

## 6 EVALUACIÓN APLICADA

A continuación se detalla lo encontrado en cada indicador, esta información es útil para comprender la parte propositiva del presente estudio.

Adicionalmente en el apartado “6 EVALUACIÓN APLICADA” se presentan los resultados directos de la herramienta.

### 6.1 AÑO BASE (i) Y AÑO (i+1)

Debido a las limitantes ya explicadas (Sección 5.2 LIMITANTES), en la aplicación de la evaluación no fue posible utilizar el mismo contexto temporal para todos los indicadores.

Siendo así las cosas, se buscó que sea cual sea el año aplicado para cada contexto temporal (i) o (i+1) e indicador, el mismo garantice que para el año (i) siempre se trate de un contexto sin la operación autorizada con la modificación de la licencia y para el año (i+1) se tuviera la operación modificada.

Los indicadores 4 y 6 fueron indefinidos temporalmente, en el detalle de cada uno de ellos en los capítulos siguientes se aclaran los detalles.

*Tabla 14. Detalle de contexto temporal de los indicadores*

INDICADOR	LÍNEA BASE	AÑO A POSTERIORI A LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA
1	2008	2015
2	2008	2015
3	Consolidado 1998 - 2014	A partir de 2015
4	-	-
5	2008	2015
6	-	-
7	Consolidado 2008 - 2014	Consolidado 2015 - 2016
8	Consolidado 2008 - 2014	Consolidado 2015 - 2016

Para efectos de interpretación de los resultados, se inicia el análisis desde el indicador No 2; sin embargo se aclara que en la investigación no se alteran las posiciones generales de los indicadores en aras a dar continuidad con la organización existente en el PMA.

## 6.2 EVALUACIÓN ÁREA AID: INDICADOR 2 - R

Los datos primarios de este indicador fueron tomados del Estudio de Impacto Ambiental que fue publicado previo a las audiencias públicas del proceso de Modificación de la Licencia, el archivo figura en los registros de la ANLA y la página web de la Aerocivil.

Para el año (i+1) se hizo uso de la proyección del EIA que no especifica un año en concreto pero sin embargo aclara que contempla la operación del aeródromo al 100% y 24 horas en ambas pistas (contexto similar al 2015), y para el año (i) se tomaron los datos de 2008 que contemplaba operación con restricciones nocturnas.

El resultado del indicador es:

$$R = \frac{\text{Área del AID en el año } (i)}{\text{Área del AID en el año } (i + 1)} = \frac{\text{Área del AID en el año } (2008)}{\text{Área del AID en el año } (2015)} = \frac{6090}{7750} = 0,7$$

Como se observa en la siguiente tabla, el área bajo la curva de los 65 dBA aumentó con el crecimiento de las operaciones aéreas.

*Tabla 15. Datos primarios del área AID en todos los años de estudio*

Año	Área expuesta (km²)
1998	3,50
2003	10,29
2004	7,25
2008	6,09
2015	7,75

*Fuente: Estudio de Impacto Ambiental El Dorado 2015*



Sin embargo es importante aclarar que en el comparativo del área a lo largo de los años, la curva del año (i+1), año 2015, ocupa mayor espacio en la parte rural de Funza y menor espacio en la zona urbana (Fontibón y Engativá), a diferencia de la curva del año (i) (2008) que tiene mayor área en dirección perpendicular al eje de la pista norte (Área Urbana).

Esta proporcionalidad en la distribución de la curva demuestra que so pena del crecimiento en metros cuadrados de la curva, la problemática se desplazó de la zona urbana y en concreto del contexto residencial, hacia la zona urbana y un contexto menos urbanizado.

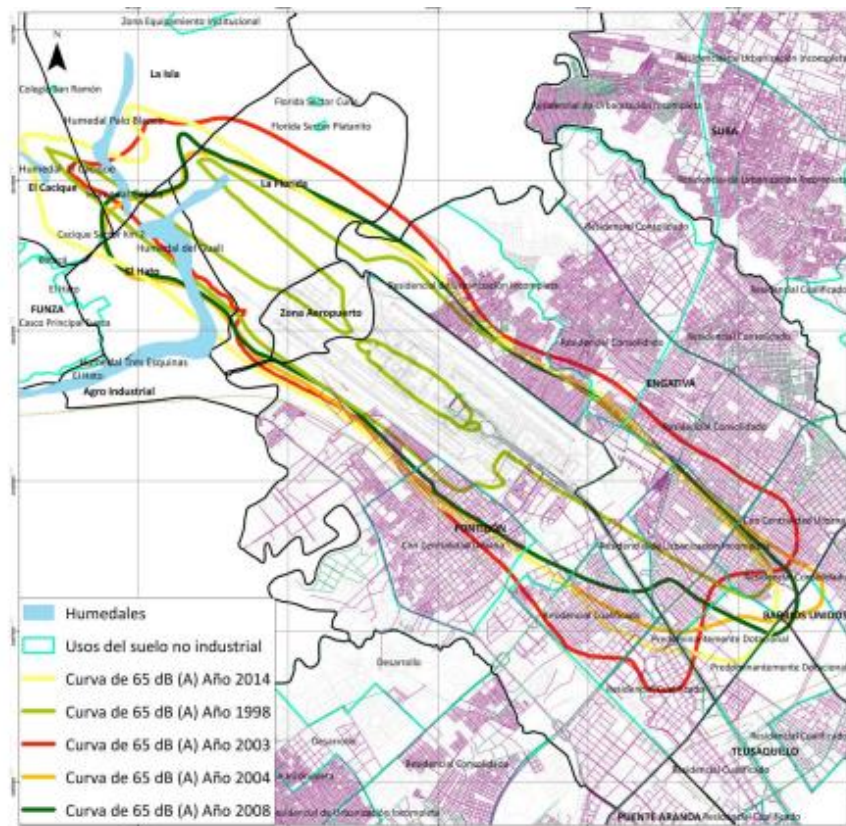


Figura 17. Áreas del AID en año (i) e (i+1)  
Fuente: Estudio de impacto ambiental

### 6.2.1 Análisis Resultados Indicador 2 - R

El indicador R es el indicador para evaluar el área de Influencia Directa del aeródromo. En este caso se obtuvo un aumento en los m<sup>2</sup> de expansión tras la modificación de la licencia, pero dependiendo hacia donde se realice tal

expansión, el crecimiento de la curva puede llegar a ser o no contraproducente en la mitigación del impacto.

En este caso, como la curva se expandió hacia la parte rural del municipio de Funza y se cerró el área residencial en la localidad de estudio, se evidencia que los resultados negativos no son muestra de un problema de gestión o administración aeroportuaria.

La expansión de la curva hacia el costado occidental, refleja que se realizó una reconfiguración en la forma de sobrevolar la ciudad por lo cual se puede decir que en el año 2008 (i) hubo menor área en el AID pero más exposición de ruido en comparación con el año 2015 (i+1).

### 6.3 EVALUACIÓN POBLACIÓN EXPUESTA: INDICADOR 1 - P (i)

Los datos primarios de este indicador fueron tomados del expediente 609 que reposa en los registros de la ANLA (EIA) y se acompañó la información con los resultados de un estudio de la Pontificia Universidad Javeriana en 2008.

Para el año (i) se tomaron como referencia las modelaciones de 2008 que contemplan el panorama de operación sin la modificación de la licencia y que se detallan en el estudio de la universidad Javeriana (Garzón, 2008). En este periodo temporal el total de personas expuestas a niveles mayores a 65 dBA LDN en Fontibón fue de 218996, frente a un AID compuesto por 370653 personas.

Para el año (i+1) que correspondería directamente al año con la operación autorizada en la modificación de la licencia se hizo uso de la proyección del EIA que presentó como soporte la UAEAC en 2015. Esta proyección refiere a la modelación prevista con un porcentaje de operación del 100% en ambas pistas (porcentaje mucho mayor que existía previo a la modificación de la licencia). Se tiene así para el año (i+1) un total de 35775 personas expuestas a niveles mayores de 65 dBA LDN en Fontibón vs 147455 personas como total del AID.

El resultado del indicador es:

$$P(i) = \frac{\# \text{ Población Fontibón expuesta a niveles } > 65 \text{ dBA LDN}}{\# \text{ Población total AID}} * 100 [\%]$$

$$P(2008) = \frac{218996}{370653}$$

$$P(2008) = 0,59$$

$$P(2008) = 59[\%]$$

$$P(2015) = \frac{35775}{147455}$$

$$P(2015) = 24[\%]$$

$$P(2015) = 0,24$$

A continuación se muestra en tablas los datos obtenidos

Tabla 16. Datos primarios año 2008

LOCALIDAD	UPZ	# PERSONAS DENTRO DE LA CURVA
Fontibón	75	145133
	76	27708
	77	28671
	115	17484
	117	-
Engativá	31	64202
	74	56223
	116	31232
Total		370653

Fuente: (Garzón, 2008)

Tabla 17. Datos primarios año 2015

LOCALIDAD	(65 - 70) dB (A)			(70 - 75) dB (A)			(75 - 80) dB (A)			(80 - 85) dB (A)		
	PERS	PRE	A (ha)	PERS	PRE	A (ha)	PERS	PRE	A (ha)	PERS	PRE	A (ha)
FONTIBÓN	28589	5606	143,7	6268	1229	25	918	180	4,6	0	0	0
ENGATIVÁ	77137	15125	463,7	28447	5578	118,5	6086	1193	19,6	5	1	0,03
OTROS (Rural)	5	1	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	105731	20732	607,6	34715	6807	143,5	7004	1373	24,2	5	1	0,03

\*Pers= Personas, Pre= Predios, A= Área

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental El Dorado 2015

### 6.3.1 Análisis Resultados Indicador 1 - P

El indicador P muestra una disminución en la población afectada a niveles de ruido mayores a 65 dBA, esto es claramente entendible debido a que con la modificación de la licencia se re direccionaron los vuelos y la operación afectó en mayor parte a el área rural de los municipios aledaños, disminuyendo el número de personas expuestas en el área de influencia directa de la localidad de Fontibón, en comparación con el total de la población expuesta de todo el área de influencia directa.

## **6.4 EVALUACIÓN DE GESTIÓN: INDICADOR 3 – S (i)**

Los datos primarios de este indicador fueron tomados de los Informes de Cumplimiento Ambiental ICA que reposan en el expediente de la ANLA.

Para este indicador se aclara que el total de medidas proyectadas para todos los años, refiere a las medidas de gestión según el “Balance Approach”<sup>\*</sup>.

El concepto del “Balance Approach” o Enfoque equilibrado, es el resultado teórico de la OACI y sus Estados miembros sobre los cuales se dictan las medidas de gestión aeronáutica comprometidas a limitar o reducir el número de personas afectadas por niveles significativos de ruido de aeronaves.

En ese orden de ideas, los planes y medidas de gestión proyectadas son los 4 pilares del “Balance Approach”

- Reducción de ruido en la fuente
- Planificación y administración del uso del suelo
- Construcción de procedimientos de vuelo menos ruidosos
- Restricciones operacionales

A continuación se resumen cada una de las medidas documentadas en el expediente del Aeropuerto.

Cabe aclarar que la ejecución o implementación de una medida no garantiza que la misma sea 100% funcional para el caso del aeródromo; a lo largo del expediente se encuentran casos como el de la insonorización de viviendas que en su momento fue considerado viable y efectivo, pero a hoy la aeronáutica no lo ejecuta por haberlo considerado una medida poco efectiva en el contexto social de El Dorado.

### **6.4.1 Medidas implementadas previo a la modificación de la licencia Ambiental – Año 2014 (i)**

En la siguiente tabla se detalla que del total de las 4 medidas proyectadas, el 100% de ellas fue ejecutado.

Se tiene en cuenta que para la evaluación del contexto año (i) se consolidan las medidas implementadas previo y hasta el año base, es decir que los factores que

---

<sup>\*</sup> El Balance Approach es

aportan a este indicador son acumulativos y por tanto para el año (i) se suman medidas ejecutadas desde 1998 pero que continuaban vigente en el 2014.

Tabla 18. Resumen de medidas implementadas año (i)

<b>Medida Proyectada</b>	<b>¿Ejecutada?</b>	<b>¿Cómo se implementó?</b>	<b>Falencias halladas</b>
<b>Reducción de ruido en la fuente</b>	SI	Cambio en la flota aérea Construcción de la zona de Prueba de Motores Barreras anti ruido tipo jarillones Arborización del aeropuerto Muro en concreto zona de carga.	Arborización con follaje poco denso para atenuación de los niveles del ruido por transmisión aérea  Jarillones con baja (por razones de seguridad aérea) que representan baja obstaculización a la propagación sonora  Muro de concreto sin perfil adecuado para evitar las reflexiones molestas y la interferencia constructiva en las ondas sonoras
<b>Planificación y administración del uso del suelo</b>	SI	Insonorización de Viviendas	Aplicación de absorbentes sin sellados de techo. Esto sumado a la higiene de algunos sectores, dio pie a una problemática de ratas.
<b>Construcción de procedimientos de vuelo menos ruidosos</b>	SI	Manual de Abatimiento de Ruido  Monitoreo puntual de ruido	Monitoreo efectuado como estudio de ruido ambiental y no como caracterización de eventos sonoros aislados (ISO 1996 2008)
<b>Restricciones operacionales</b>	SI	Restricciones ANLA	No se encontró documentación organizada y/o completa que refleje seguimiento a todas las restricciones y requerimientos

#### 6.4.1.1 Cambio en la flota aérea

Todas las aerolíneas que operaban en el espacio aéreo colombiano en el momento de la solicitud de la modificación de la licencia, corresponden a aeronaves de Capítulo 3 y 4 de ruido (Resolución 721 de 1995 y Decreto

Presidencial 2564 de 1999), siendo estas las aeronaves que menos impacto sonoro producen por su operación.

#### 6.4.1.2 Manual de Abatimiento de Ruido

A través de este manual se dan las directrices técnicas aeronáuticas tendientes a disminuir los niveles de ruido por cada una de las actividades propias de la operación aérea. Este manual es de constante actualización.

#### 6.4.1.3 Zona de Prueba de Motores

La prueba de motores (turborreactores) de las aeronaves se lleva a cabo en un recinto especializado. El recinto se instaló en febrero de 2011 y es un Ground Run-Up Enclosure que es el resultado del diseño acústico arquitectónico para reducir aproximadamente  $\pm 15$  dBA de ruido.

#### 6.4.1.4 Monitoreo puntual de ruido

En el momento de la modificación de la licencia, el aeropuerto contaba con una red de monitoreo de ruido en toda el área de influencia. La red la constituían 26 puntos de monitoreo de justificación técnica y 4 puntos concertados con las comunidades.

#### 6.4.1.5 Barreras anti ruido (Jarillones)

Ubicados con una altura promedio de 5 metros desde el eje de cada pista. Según los registros de la Aerocivil, las mediciones efectuadas demuestran que se disminuyen los niveles de ruido en 6 dBA, pero solo son efectivos en el trayecto en que la aeronave carretea en tierra, inmediatamente después de aterrizar o inmediatamente antes de despegar.

#### 6.4.1.6 Arborización del aeropuerto

En todo su contorno, el Dorado cuenta con barreras vivas, son especies nativas, que SEGÚN la UAEAC obstaculizan el ruido que se produce. No se encontró una evaluación objetiva (medición sonora) de esta arborización.

#### 6.4.1.7 Muro en concreto zona de carga.

El concesionario OPAIN construyó un muro anti ruido en concreto para mitigar el impacto hacia la población.

#### 6.4.1.8 Insonorización de Viviendas.

En cumplimiento de las obligaciones impuestas en la Resolución 1330 de noviembre 7 de 1995, mediante la cual el Ministerio del Medio Ambiente (hoy

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) otorgó Licencia Ambiental ordinaria, la UAEAC, adelantó las obras de insonorización, en las viviendas ubicadas en el AID (Curva 65 dBA LDN).

#### **6.4.2 Medidas implementadas después de la modificación de la licencia Ambiental - Año 2015 (i+1)**

Después de la modificación de la licencia, se siguen utilizando las medidas previas y continúa en vigencia las actividades del año (i) exceptuando la insonorización de viviendas. Adicional a ello se tienen:

##### **6.4.2.1 Sistema de Vigilancia y Control SVCA**

El Sistema de Vigilancia y Control Ambiental SVCA, es el medio por el cual la UAEAC puede detectar, medir y asociar el ruido producido por las aeronaves que operan en el Aeropuerto el Dorado, con las operaciones realizadas por las aerolíneas (Unidad Administrativa Especial de Aeronautica Civil, 2015). El sistema es automático y conectado a radar, por lo cual, se puede llegar a implementar medidas directamente sobre las aeronaves y aerolíneas responsables de la emisión sonora que afecte los niveles umbrales.

##### **6.4.2.2 Socialización y atención a las comunidades**

Se fortaleció el grupo de gestión social y atención a las comunidades brindando un profesional social para cada localidad. Esta actividad permite contacto directo entre los actores.

Resumiendo todo lo detallado anteriormente, el resultado del indicador es:

$$S(i) = \frac{\text{Planes y medidas de gestión ejecutados}}{\text{Planes y medidas de gestión proyectados}} * 100 [\%]$$

$$S(2014) = \frac{4}{4}$$

$$S(2015) = 100[\%]$$

$$S(2014) = 100[\%]$$

$$S(2015) = \frac{4}{4}$$

#### **6.4.3 Análisis Resultados Indicador 3 - S.**

El indicador S muestra como resultado que se han cumplido con todas las actividades para poder cumplir con los cuatro pilares del enfoque equilibrado, en este caso el indicador analiza solo el cumplimiento mas no la eficiencia de cada uno de estos pilares, por lo que es recomendable que se mida la eficiencia de cada uno de estos.

Se debería evaluar por la UAEAC las razones por las cuales la medida de insonorización, contemplada en el pilar del Balance Approach “Planificación y Administración del uso del suelo”, no fue efectiva en el contexto social de El Dorado y proyectar los cambios necesarios para que esta actividad resulte efectiva y funcional. Casos como España y AENA demuestran que la insonorización de las viviendas debe contemplar todo tipo de ruido por transmisión aérea y por ende se incluye dentro de las actividades la insonorización incluso de fachadas y cualquier tabique que dé lugar a un impacto significativo de niveles en las áreas constructivas residenciales denominadas como zona protegida frente al ruido (Dormitorio, sala, estudio)

## 6.5 EVALUACIÓN DE RUIDO POR CONTINGENCIAS: INDICADOR 4 – T (i)

Las actividades de seguridad, contingencia y mantenimiento de emergencia son consideradas casos de excepción en la evaluación por ruido.

En los reportes del expediente no figura la información detallada y necesaria para evaluar este indicador, por tanto el indicador es indefinido en esta evaluación:

$$T(i) = \frac{\# \text{ de eventos contingentes que generan ruido}}{\# \text{ total de eventos contingentes o de mantenimiento}} * 100[\%]$$

$$T(i) = \frac{Indef}{Indef}$$

$$T(i) = Indef$$

$$T(i + 1) = \frac{Indef}{Indef}$$

$$T(i + 1) = Indef$$

### 6.5.1 Análisis Resultados Indicador 4 -T.

En este indicador no se cuenta con los datos debido a que a la fecha no se dispone con las herramientas para poder identificar el número de eventos que generen ruido en comparación con el número total de eventos contingentes y de mantenimiento.

Es un indicador que debe poder medirse por que no solo las actividades aéreas son impactantes para el ruido ambiental sino también las actividades que se desarrollan en tierra que se relacionan con el funcionamiento del aeródromo.



El indicador queda formulado para alcances futuros cuando la UAEAC disponga de la tecnología para alimentar los datos.

La falta de información de las actividades de mantenimiento de aeronaves y las contingencias que surgen en tierra en los expedientes de la ANLA deja entre ver que su estudio es poco profundo tanto para la autoridad aeronáutica como para la autoridad ambiental.

Ahora bien, podría suponerse que en la actualidad este tipo de actividad es poco estudiada por la UAEAC puesto que después de la implementación de la zona de motores, gran parte de la actividad de pruebas ruidosas se volcó hacia ese recinto, no obstante se podría continuar con la vigilancia continua de ellas.

La Universidad Politécnica de Madrid, en su estudio: Impacto del ruido de los aviones en sus desplazamientos por tierra, plantea que la huella acústica de un aeródromo no sólo debe ser hallada a con la actividad de despegue y aterrizaje, sino que es necesario añadir análisis de los efectos originados de los movimientos en tierra, el uso de APU y prueba de motores, teniendo en cuenta que son operaciones que tienen relevancia en las zonas más próximas al aeropuerto

## **6.6 EVALUACIÓN DE VIGILANCIA AMBIENTAL: INDICADOR 5 – V (i)**

Dentro de la estructura típica de la Gestión Ambiental, se encuentra la Vigilancia o Control. Para el caso del Dorado se tomaron los datos primarios del Sistema de Vigilancia y Control Ambiental SVCA. Este sistema entró en funcionamiento a partir del 2015, por lo cual muestra datos para el indicador después de la modificación de la licencia, año (i+1). En este sistema se vigilan 3 tipos de contravenciones del total de 4 posibles. La contravención no vigilada actualmente está justificada en una “Reconfiguración del espacio aéreo” donde hacer su evaluación en tales condiciones demarcaría errores experimentales.

Por otro lado, para el año (2014) la UAEAC contaba con un total de 30 puntos de medición de ruido ambiental y no de ruido aeronáutico, y para el año de línea base 2008 (i) la red presentaba las mismas características en cuanto a su tipología y fin de medición, por lo cual los datos eran indicativos solamente para la caracterización del contexto acústico en las localidades vecinas, y la información medida tenía un carácter de exploración y no conducían a ningún tipo de vigilancia.

El resultado del indicador es:

$$V(i) = \frac{\# \text{ de eventos aeronáuticos sancionables vigilados}}{\# \text{ de eventos aeronáuticos sancionables}} * 100 [\%]$$

$$V(2014) = \frac{0}{4} * 100$$

$$V(2014) = 0 [\%]$$

$$V(2015) = \frac{3}{4} * 100$$

$$V(2015) = 0.75 * 100 = 75 [\%]$$

### 6.6.1 Análisis Resultados Indicador 5 - V.

Sin duda alguna el resultado positivo número uno tras la modificación de la licencia, es el indicador V que evalúa el porcentaje de hallazgos sancionables vigilados. En este caso se entiende que el SVCA permitió a la UAEAC mejorar la vigilancia de las infracciones aeronáuticas por ruido, lo cual puede resultar en mitigación de la contaminación hacia las comunidades vecinas.

El año 2008 no se contaba con un sistema de vigilancia que pudiera ser utilizado para generar las sanciones correspondientes, este sistema se implementó en el año 2015 y se pueden vigilar tres de los 4 eventos sancionables.

Este indicador podría mejorar al 100% si se tuviere un sistema para vigilar la generación de ruido en las actividades en tierra del aeropuerto.

## 6.7 EVALUACIÓN DE APLICACIÓN DE SANCIONES: INDICADOR 6 – U (i)

Los datos primarios de este indicador no se encontraron en ninguno de los registros a los cuales se tuvo acceso, esto quiere decir que para el caso del Dorado, no se publica información de aplicación de sanciones y el estado de cada una de ellas.

Previo a la licencia ambiental se afirmó en las audiencias públicas que no se sancionaban ni se había sancionado por ruido en toda la historia del Dorado, sin embargo para los datos del año (i+1) no se tiene un dato verídico.

El resultado del indicador es:

$$U(i) = \frac{\# \text{ de sanciones saldadas}}{\# \text{ de sanciones impuestas}} * 100 [\%]$$

$$U(i) = \frac{Indef}{Indef}$$

$$U(i) = Indef$$

$$U(i + 1) = \frac{Indef}{Indef}$$

$$U(i + 1) = Indef$$

Ahora bien, cabe aclarar que el indicador no es indefinido directamente por falta de información, si no que por el contrario el indicador es indefinido por que la UAEAC no ha iniciado actividad sancionatoria por infracciones de ruido en todo el recorrido histórico del grupo de Gestión Ambiental de la Aerocivil.

#### **6.7.1 Análisis Resultados Indicador 6 - U:**

Para el indicador U no se cuenta con el registro de las sanciones interpuestas por la UAEAC ni tampoco cuantas de ellas fueron saldadas, por esto se recomienda tener un sistema sancionatorio que indique el procedimiento para imponer las sanciones y como se deben resarcir estas y así poder tener un control de las actividades que generan contaminación por ruido y de esta forma poder mejorar en la gestión.

### **6.8 EVALUACIÓN DE PQRS: INDICADOR 7 – W (i)**

Los datos primarios de este indicador fueron tomados de los informes de Gestión Social de la UAEAC que reposan en el expediente de la ANLA.

Como estos informes son mensuales, se emplearon datos consolidados previos a la modificación de la licencia para el indicador 208- 2014 (i) y el consolidado 2015-2016 para el indicador (i+1). Debe tenerse en consideración que las cifras del 2016 no están dadas a cierre de año si no hasta el mes de octubre.

El resultado del indicador es:

$$W(i) = \frac{\# \text{ de quejas recibidas}}{\# \text{ de personas en el AID}} * 100 [\%]$$

$$W(2010 - 2014) = \frac{73}{370653} * 100$$

$$W(2010 - 2014) = 0.01 [\%]$$

$$W(2015 - 2016) = \frac{47}{147455}$$

$$W(2015 - 2016) = 0.03 [\%]$$

#### **6.8.1 Análisis Resultados Indicador 7 - W.**

En este indicador el resultado no es favorable ya que el número de quejas pudo haber disminuido cuando la población del AID también disminuyó.

Sin embargo el análisis final del indicador es que el porcentaje de quejas fue mayor por número de habitantes del AID.

## 6.9 EVALUACIÓN DE ATENCIÓN AL PÚBLICO: INDICADOR 8 – X (i)

Los datos primarios de este indicador también fueron tomados de los informes de Gestión Social de la UAEAC que reposan en el expediente de la ANLA.

Dado el volumen de datos obtenido es pequeño para unos consolidados anuales, se cree que las fichas de gestión social y la información pública de este aspecto no están del todo actualizada en los expedientes, adicionalmente no hay un reporte detallado de los casos atendidos y no atendidos, por lo cual apelando al actuar de la Entidad aeronáutica y los vistos buenos de la ANLA, se presume que todos los casos son atendidos.

Para el año (i) se obtuvo el total consolidado previo a la modificación de la licencia (2010-2014), lo cual reporta un total de 73 quejas recibidas y atendidas.

Para el año (i+1) se obtuvo un total de 47 quejas desde el 2015 y el 2016.

El resultado del indicador es:

$$X(i) = \frac{\# \text{ de quejas atendidas}}{\# \text{ de quejas recibidas}} * 100 [\%]$$

$$X(2010 - 2014) = \frac{73}{73}$$

$$X(2010 - 2014) = 100 [\%]$$

$$X(2015 - 2016) = \frac{47}{47}$$

$$X(2015 - 2016) = 100 [\%]$$

### 6.9.1 Análisis Resultados Indicador 8 - X.

El indicador tiene un resultado estable debido a que el número de quejas interpuestas fueron atendidas en su totalidad; si bien se muestra una disminución en el número de quejas no se puede decir que este indicador sea positivo porque como se indicó en el indicador anterior W, la población del AID disminuyó lo que hace que el porcentaje de quejas por habitante sea mayor.

Este indicador no mide el grado de satisfacción de la población con la respuesta a su PQRS lo que quiere decir que si bien todas las quejas se atienden no se puede indicar que las respuestas sean eficientes y efectivas para la población.

## 6.10 RESULTADOS EN LA HERRAMIENTA

Con los datos expuestos anteriormente, se alimentó la herramienta programada en Visual Basic:

Se encontró que las medidas de gestión están fortalecidas pero existen debilidades en las medidas de mitigación

En las imágenes a continuación se muestra el bosquejo de la herramienta con los datos introducidos y posteriormente figuran los resultados que entregó la herramienta tras aplicar la evaluación.

Herramienta

**SIGIAM** Sistema de información de gestión ambiental

**Ruido Aeroportuario**

Pag. 1 Pag. 2

Indicador	Año i		Año i + 1	
$P(i) = \frac{\text{Población expuesta a LDN} > 65 \text{ dBA}}{\text{Población total AID}}$	#Personas 218996	#Personas 370653	#Personas 35775	#Personas 147455
$S(i) = \frac{\text{Planes y medidas de gestión ejecutados}}{\text{Planes y medidas de gestión proyectados}}$	#Planes 4	#Planes 4	#Planes 4	#Planes 4
$U(i) = \frac{\text{Sanciones Saldadas}}{\text{Sanciones impuestas}}$	#Sanciones -	#Sanciones -	#Sanciones -	#Sanciones -
$V(i) = \frac{\text{Sanciones}}{\text{Hallazgos Sancionables}}$	#Sanciones 0	#Sanciones 4	#Sanciones 3	#Sanciones 4
$X(i) = \frac{\text{Quejas atendidas}}{\text{Quejas recibidas}}$	#Quejas 73	#Quejas 73	#Quejas 47	#Quejas 47

EVALUAR

*Diligencie Todos los campos antes de Evaluar (Página 1 y 2). Si no tiene Información de Un indicador, marque "0"*

Herramienta

**SIGIAM** Sistema de información de gestión ambiental

**Ruido Aeroportuario**

Pag. 1 Pag. 2

Indicador	Año i		Año i + 1	
$R(i) = \frac{\text{Área abarcada por descriptor en el año i}}{\text{Área Abarcada por descriptor en el año i+1}}$	Metros^2 6090	Metros^2 7750		
$T(i) = \frac{\text{Eventos contingentes o de mantenimiento que inciden negativamente sobre el ruido}}{\text{Número Total de eventos Contingentes o de mantenimientos}}$	#Eventos -	#Eventos -	#Eventos -	#Eventos -
$W(i) = \frac{\text{Número de quejas recibidas}}{\text{Población en el Área de influencia}}$	#Quejas 73	#Quejas 370653	#Quejas 47	#Quejas 147455


 Universidad Piloto de Colombia <small>UNIVERSITY OF THE AIR</small>	<b>INSTRUMENTO PARA EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE RUIDO EN LA LOCALIDAD DE FONTIBÓN, TRAS LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO.</b>					
N°	INDICADORES	DESCRIPCION	VALOR AÑO i	VALOR AÑO i+1	EVALUACION	CONCEPTO
1	$P(i) = \frac{\# \text{ Población expuesta a } > 65 \text{ dBA LDN}}{\text{Población total AID}}$	Porcentaje de personas Expuestas en el Área de Influencia Directa (>65 dB) para cada año (i) Localidad Fontibon	59%	24%	0,6	Mejóro
2	$R = \frac{\text{Área abarcada por descriptor en el año } i}{\text{Área Abarcada por descriptor en el año } i+1}$	Expansión del área en Fontibon del descriptor LDN año a año.	6.090,00	7.750,00	0,8	Empeoró
3	$S = \frac{\text{Planes y medidas de gestión ejecutados}}{\text{Planes y medidas de gestión proyectados}}$	Porcentaje de aplicación de las medidas del enfoque equilibrado en la Localidad de Fontibon.	100%	100%	0,0	No hay Cambios
4	$T = \frac{\text{Número de eventos Contingentes o de mantenimientos}}{\text{Que inciden negativamente sobre el ruido ambiental}} \div \frac{\text{Número Total de eventos Contingentes o de mantenimientos}}{\text{Número Total de eventos Contingentes o de mantenimientos}}$	Porcentaje de eventos contingentes o mantenimiento impactan el ruido ambiental de la Localidad Ambiental Fontibon.	#iVALOR!	#iVALOR!		Indef.
5	$V = \frac{\text{Número de Hallazgos sancionables vigilados}}{\text{Número de Hallazgos sancionables}}$	Porcentaje de sanciones impuestas sobre operaciones en la pista Sur.	0%	75%	0,8	Mejóro
6	$U = \frac{\text{Número de sanciones Saldadas}}{\text{Número de sanciones impuestas}}$	Porcentaje de sanciones impuestas en las actividades de la pista sur en comparación con los hallazgos realizados.	#iVALOR!	#iVALOR!		Indef.
7	$W = \frac{\text{Número de quejas recibidas}}{\text{Población en el Área de influencia}}$	Porcentaje de quejas recibidas del Area Influencia Directa en la localidad de Fontibon.	0%	0%	-0,6	Empeoró
8	$X = \frac{\text{Número de quejas atendidas}}{\text{Número de quejas recibidas}}$	Porcentaje de quejas atendidas del Area de influencia directa de la localidad de Fontibon.	100%	100%	0,0	No hay Cambios

Figura 19. Resultados obtenidos con la herramienta de evaluación  
Fuente: Propia

 <b>INSTRUMENTO PARA EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE RUIDO EN LA LOCALIDAD DE FONTIBÓN, TRAS LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL EL DORADO.</b>			
Nº	TIPO DE MEDIDA	CONCEPTO	TIP
1	PREVENCIÓN	Mejóro	-Los impactos de la modificación de la licencia fueron contrarrestados efectivamente con el PMA -Realizar vigilancia para que el indicador continúe siendo positivo -Plantearse metas para un mejoramiento continuo del indicador -Revisar que cambios se pueden generar para lograr siempre una disminución de la población afectada.
2	MITIGACIÓN	Empeoró	- Se deben optimizar las medidas de mitigación en la Localidad de Fontibón. - Mejorar la planificación y administración del uso del Suelo en la Localidad de Fontibón - Evaluar la calidad de insonorización en las viviendas de la Localidad - Censar la percepción de la Localidad tras la modificación de la licencia - Diseñar los procedimientos aeronáuticos para sobrevolar con menos frecuencia la Localidad
3	GESTIÓN	No hay Cambios	-Los impactos de la modificación de la licencia fueron paliativos con la formulación del PMA, se pueden aprovechar tales medidas para disminuir la población expuesta -Plantear planes de acción para disminuir la cantidad de personas expuestas a contaminación por ruido mayor a 65 dBA y que el resultado sea positivo. -Plantearse metas anuales para la disminución de la población afectada y así obtener resultados positivos.
4	GESTIÓN		Se debe generar una red de monitoreo de ruido en puntos estratégicos. Con los datos del monitoreo se deben generar mapas estratégicos de ruido exactos y continuos. Se debe tener registro Actualizar la tecnología de medición para tener datos

5	GESTIÒN	Mejóro	-Los impactos de la modificación de la licencia fueron contrarrestados efectivamente con el PMA -Realizar vigilancia para que el indicador continúe siendo positivo -Plantearse metas para un mejoramiento continuo del indicador -Revisar que cambios se pueden generar para lograr siempre un disminución de la población afectada.
6	GESTIÒN		Se debe generar una red de monitoreo de ruido en puntos estratégicos. Se debe tener registro constante de la red de monitoreo. Con los datos del monitoreo se deben generar mapas estratégicos de ruido Actualizar la tecnología de medición para tener datos exactos y continuos.
7	GESTIÒN	Empeoró	- Se deben optimizar las medidas de mitigación en la Localidad de Fontibón. - Mejorar la planificación y administración del uso del Suelo en la Localidad de Fontibón - Evaluar la calidad de insonorización en las viviendas de la Localidad - Censar la percepción de la Localidad tras la modificación de la licencia - Diseñar los procedimientos aeronáuticos para sobrevolar con menos recurrencia la Localidad
8	GESTIÒN	No hay Cambios	-Los impactos de la modificación de la licencia fueron paliativos con la formulación del PMA, se pueden aprovechar tales medidas para disminuir la población expuesta -Plantear planes de acción para disminuir la cantidad de personas expuestas a contaminación por ruido mayor a 65 dBA y que el resultado sea positivo. -Plantearse metas anuales para la disminución de la población afectada y así obtener resultados positivos.

Figura 20. Resultados de “Tips” y Oportunidades de mejora en la Gestión Ambiental  
Fuente: Propia



Como se observó anteriormente la herramienta generó alertas de color rojo en los indicadores R y W.

En primer lugar, la curva de expansión del descriptor aumentó en área y en segundo lugar el número de quejas aumentó.

Ahora bien, para detallar todos los resultados es importante conocer el contexto de ambos indicadores.

#### **6.10.1 Análisis de Indicadores con resultados negativos**

El indicador R es el indicador para evaluar el área de Influencia Directa del aeródromo. En este caso se obtuvo un aumento en los m<sup>2</sup> de expansión tras la modificación de la licencia, pero dependiendo hacia donde se realice tal expansión, el crecimiento de la curva puede llegar a ser o no contraproducente en la mitigación.

En este caso, como la curva se expandió hacia la parte rural del municipio de Funza y se cerró el área residencial en la localidad de estudio, se evidencia que los resultados negativos no son muestra de un problema de gestión o ruido directamente. Adicionalmente, la expansión de la curva hacia el costado occidental, refleja que se realizó una reconfiguración en la forma de sobrevolar la ciudad por lo cual se puede decir que en el año (i) hubo menor área en el AID pero más exposición de ruido en comparación con el año (i+1).

Con respecto al indicador W, si se evidencia una problemática puesto que, como se explicó anteriormente en el expediente los datos no reflejan estar completos, el aumento de las PQRS si es claro tras la modificación de la licencia.

#### **6.10.2 Análisis de indicadores con resultados intermedios**

Los resultados intermedios son aquellos que la evaluación semáforo marcó en amarillo. Para estos indicadores no hay una alarma puesto que los resultados continúan siendo los mismos que el año anterior a la modificación de la licencia, ahora bien, si es claro que son una oportunidad de mejora para que la gestión del grupo ambiental de la UAEAC sea más efectiva

#### **6.10.3 Análisis de indicadores con resultados positivos**

Sin duda alguna el resultado positivo número uno tras la modificación de la licencia, es el indicador V que evalúa el porcentaje de hallazgos sancionables vigilados. En este caso se entiende que el SVCA permitió a la UAEAC mejorar la

vigilancia de las contravenciones aeronáuticas por ruido, lo cual puede resultar en mejora para la mitigación de la contaminación hacia las comunidades vecinas.

## **7 OPORTUNIDADES DE MEJORA DE LA G.A.U. EN LA UAEAC**

### **7.1 REDUCCIÓN DE EMISIONES EN LA FUENTE**

Si bien, la UAEAC y las diversas autoridades ambientales se han esforzado en la restricción de operación de las aeronaves más ruidosas, es claro que la reducción de emisiones en la fuente es una de las medidas que se deben reforzar.

Según la OACI en su documento 9829, la reducción del ruido en la fuente, en el contexto del Enfoque Equilibrado, y de acuerdo a lo descrito por el Comité sobre protección del medio ambiente y la aviación (CAEP) de la OACI, se refiere a la revisión de las normas de ruido de las aeronaves para asegurar que corresponden a la situación actual de la tecnología. Es decir que en este caso la UAEAC puede vislumbrar como oportunidad de mejora, la normalización y reglamentación de las operaciones aéreas de manera conforme al contexto nacional.

Adicional a ello, tras la consulta de los expedientes de la modificación de la licencia y el proyecto en grueso desde sus inicios, la ANLA y en su momento la autoridad ambiental nacional solicitó se aportasen los documentos de acreditación de la homologación acústica de aquellas aeronaves más antiguas y para comprobar que ellas habían surtido actualización tecnológica a motores y/o aerodinámica menos ruidosa, no obstante no se encontró que esta información fuera aportada por la UAEAC. Esta falta de información es un claro vacío en la medida de gestión para reducción real de los niveles que emiten las aeronaves que operan en el espacio aéreo del Dorado.

Por otro lado, además de la aplicación de normas de homologación acústica y su vigilancia en las certificaciones de las aeronaves antiguas, la UAEAC también podría mitigar el ruido en la fuente organizando la forma de operación de las aeronaves.

Por ejemplo, las restricciones levantadas por la ANLA en la operación nocturna pueden llegar a escandalizar en primera mano, pero si se toma con detalle esta permisividad, la UAEAC puede tomar partido de una situación aparentemente negativa para la contaminación acústica con una articulación y organización de la navegación aérea basada en los niveles de ruido. Es decir si bien es claro que el aeródromo y la demanda nacional e internacional requieren que El Aeropuerto Internacional El Dorado opere 24 horas, la UAEAC puede reglamentar y vigilar para que en los horarios de mayor sensibilidad de la comunidad al ruido, no operen las aeronaves más ruidosas, si no que por el contrario lo hagan las

aeronaves de última tecnología (como lo es el caso del nuevo Boeing 787-8 de Avianca).

Igualmente a partir de esto, es menester que se contemplen las sanciones y se apliquen los casos respectivos para las aerolíneas o explotadores de aeronaves que deterioren la calidad acústica de las vecindades al aeródromo operando a 2016 con aeronaves de modelos anteriores.

## **7.2 PLANIFICACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL USO DEL SUELO**

Aunque es una perspectiva sensible en cuanto a la gestión social se refiere, la planificación y administración del uso del suelo no puede ser ajena al contexto del aeródromo.

En el aeropuerto internacional de Sydney (Australia), todos los gobiernos locales de los alrededores del Aeropuerto han realizado convenios entre las diferentes administraciones para garantizar que los nuevos edificios se ubiquen y construyan de acuerdo con la norma australiana AS 2021 que se articula con un sano uso del suelo alrededor del aeródromo. Esta norma ofrece orientación sobre la compatibilidad de los diferentes tipos de edificios y sobre la necesidad de tratamiento acústico basándose en los valores del pronóstico australiano de exposición al ruido (ANEF).

Este es el medio esencial y más eficaz para el correcto desarrollo de las actividades en las proximidades del aeropuerto, organizando el entorno de forma compatible con su explotación y expansión.

Es decir que la planificación controlada del uso del suelo en la zona de estudio, permitiría reducir la población afectada por el ruido de aeronaves pero a su vez también involucra la implementación de los instrumentos de planificación , instrumentos de acción y los instrumentos financieros.

### **7.2.1 Instrumentos de acción**

En la reglamentación urbanística, realizar programas de adquisición y venta terrenos con todas las garantías necesarias para no afectar o sobrepasar los derechos de las comunidades vecinas pero a su vez permitir el libre desarrollo de las actividades aeronáuticas y eliminar los actuales conflictos de uso del suelo.

Por ejemplo el Aeropuerto Internacional de Tucson es actualmente propietario de todos los terrenos dentro de la curva de 75 dBA LDN y compraron 3,600 acres de terreno entre las curvas de nivel de ruido de 65 y 70 LDN para impedir que se lleven a cabo proyectos de construcción y los terrenos tengan usos incompatibles.

### 7.2.2 Instrumentos de planificación

Una planificación coherente en la localidad, considerando la situación actual y futura, definir legalmente las zonas de usos compatibles, reubicar propietarios de vivienda y definir compensaciones necesarias.

Tal es el caso de las acciones que realiza el aeropuerto internacional Hartsfield-Jackson de Atlanta que promueve la compatibilidad del uso del suelo en su entorno clasificando el suelo en función de los niveles de ruido que se generan por sus operaciones de vuelo.

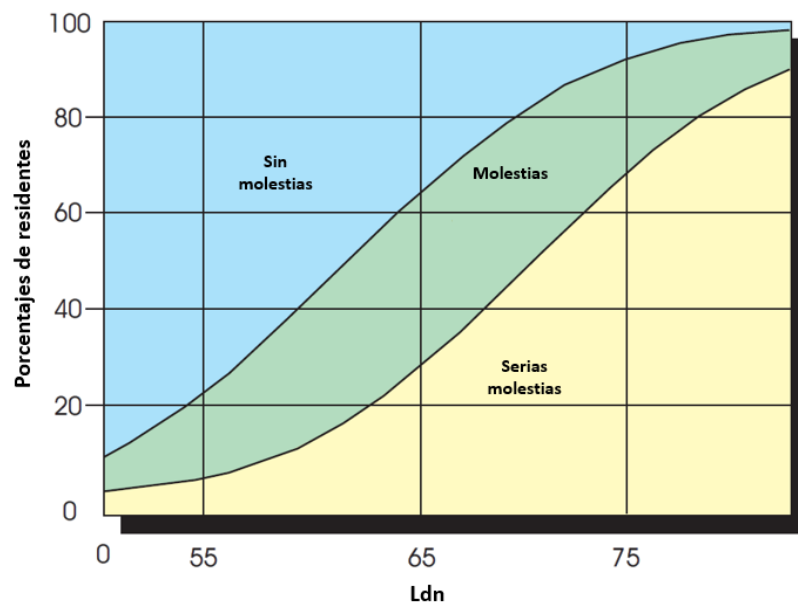


Figura 21. Molestias por ruido de aeronaves en comunidades cercanas al aeropuerto internacional Hartsfield-Jackson de Atlanta

Fuente: FAA Report EE-85-2-Aviation Noise Effects, 2007

### 7.2.3 Instrumentos financieros

Invertir en mejorar las infraestructuras sancionatorias, aplicar incentivos fiscales, cargos aeroportuarios en función de la exposición sonora, que permitan subsidiar los demás instrumentos.

### 7.3 PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES CON ABATIMIENTOS DE RUIDO

En términos técnicos, El Aeropuerto Internacional El Dorado se encuentra desactualizado en procedimientos operacionales para mitigar el ruido.

Una de las medidas de mitigación a implementar por la UAEAC debe ser articular el área de Gestión Ambiental con el área de procedimientos para que la operación aérea este diseñada conforme a los niveles acústicos y el confort sonoro que se debe diseñar y no que la Gestión Ambiental se reduzca a tapar las inconformidades que se generan por la navegación aérea.

En la siguiente figura se muestra la distribución espacial de las trayectorias que se pueden generar utilizando procedimientos pre-RNAV y RNAV, donde se puede apreciar cómo se reduce el umbral de trayectoria aplicando el método de navegación RNAV. Con la aplicación de estos procedimientos de vuelo la UAEAC podría esperar una menor área de exposición de ruido aunque se opere directamente en las 24 horas autorizadas.

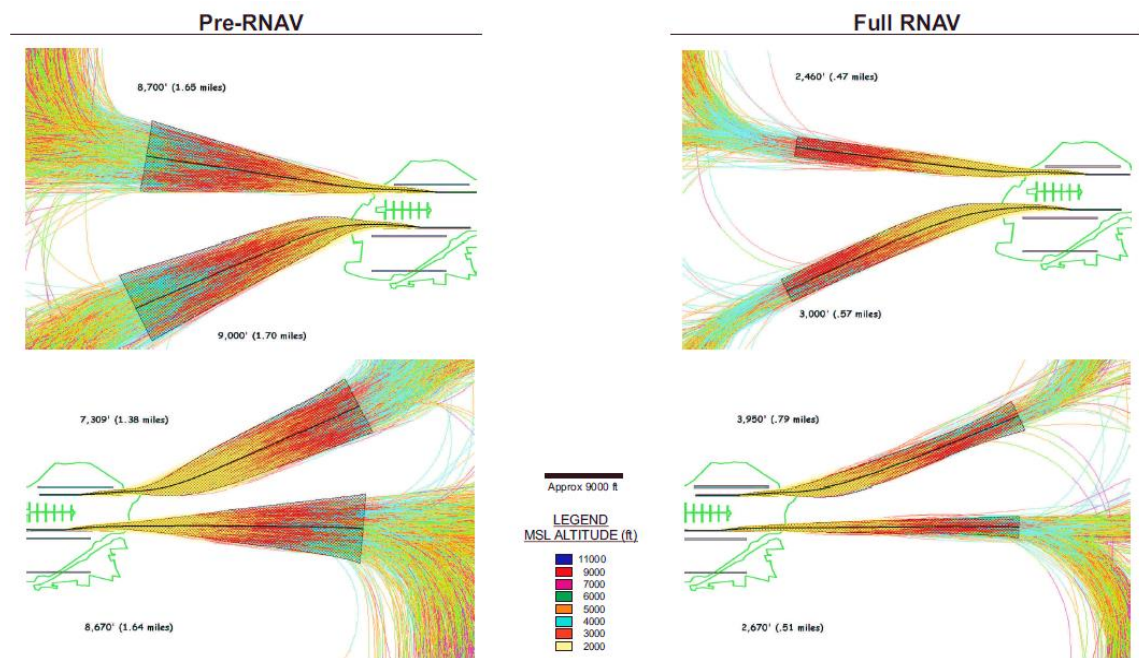


Figura 22. Trayectorias de despegue con navegación aérea basada en puntos - RNAV

Igualmente la reducción de potencia de motores es lo que permite que la exposición de ruido se menor en las áreas cercanas del aeropuerto, por lo cual en el aeropuerto Heathrow de Londres (Inglaterra) también se definió como practica operacional para mitigar ruido esta técnica tanto para despegues como aproximaciones, ver Tabla 19:

Tabla 19. Práctica operacional para mitigar ruido aeropuerto Heathrow – London (Inglaterra)

Despegues	Reducción de potencia de motores y ruido a 1,000 ft con respecto al aeródromo, a 6.5 km a lo largo de la ruta de despegue de la aeronave
Aproximaciones	Reducción de empuje de motores al final del aterrizaje por medio de procedimientos de descenso continuo -CDA, con un ángulo de descenso constante, lo contrario genera prolongación de tiempo de aterrizaje.
	Utilizando sistemas instrumentales de aterrizajes - ILS, evitando descensos por debajo de alturas mínimas establecidas. No permite a las aeronaves al final de la aproximación alcanzar altitudes bajas sobre las comunidades cercanas al aeropuerto.
	Limitación del uso de empujes en reversa en la horas de la noche, lo cual minimiza los disturbios en las zonas cercanas al aeropuerto.

Fuente: Environmental Noise Directive Noise Action Plan 2013-2018, 2016

## 7.4 PLANIFICACIÓN DE LA OPERACIÓN AÉREA

Si bien la ANLA ha modificado la licencia ambiental dando mayor permisividad en el horario nocturno, el número de salidas de las aeronaves puede llegar a ser reglamentado para la aviación comercial (Carga o pasajeros).

Es decir que la UAEAC puede prever un umbral de exposición sonora en las comunidades durante las 10 horas que dura el periodo nocturno\* y con respecto a ello calcular el número máximo de salidas nocturnas para cada aerolínea.

Cuando una aerolínea tenga dentro de su flota aeronaves de tecnología menos ruidosa, esto se representará en mayor oportunidad de operar en el Dorado y evidentemente en ganancias financieras, a diferencia de una aerolínea que tiene flota ruidosa (generalmente aerolíneas de carga) que podría operar escasamente en la noche.

\* El periodo nocturno para estudio de ruido es desde las 21:01 a las 7:00 del día siguiente (Res 627/06)

## 7.5 VIGILANCIA Y CONTROL

Tras la recolección de información primaria es claro la UAEAC carecen de medidas preventivas en la problemática de ruido ambiental y en lo que refiere al control de emisiones de ruido se observa “impunidad”, dado que por omisión a la importancia de la problemática, involucrados en la actividad aeronáutica omiten e ignoran los niveles de ruido adecuados para la población.

La resolución 2130 de la Aerocivil, vigente hoy, es un vivo ejemplo de la incompreensión de la temática de ruido como problemática ambiental y del vacío de los instrumentos de control en una adecuada Gestión Ambiental Urbana donde es indispensable la expresión del derecho ambiental de manera precisa para demarcar los límites de cualquier aspecto ambiental que puede ser impactado por una actividad, en este caso, para demarcar los límites de ruido de EMISIÓN por cada tipo de aeronave.

Adicionalmente, la resolución en mención está sustentada en el ANEXO 16 de la OACI que es el ANEXO al convenio de Chicago y que cuenta con última actualización a 2008, sin embargo la resolución de la UAEAC es de 2004 y no contempla las modificaciones que el ente aeronáutico por excelencia ha actualizado, esto conlleva a que la Resolución 2130 confunda la homologación acústica (actividad realizada en condiciones de laboratorio y fabrica) y con la medición de ruido para fines de vigilancia ambiental (actividad en contexto real de operación de las aeronaves) razón por la cual la Entidad aeronáutica UAEAC no se atreve a iniciar procesos de sanción, puesto que no existe el rigor científico para soportar las contravenciones, ni el marco legal correcto para aplicarlas.

Siendo así las cosas, es inminente que la UAEAC debe fortalecer el mecanismo de regulación “Reglas y Normativas” y la política de saneamiento “El que contamina es responsable”.

## 8 CONCLUSIONES

- Con base en la conformación de los indicadores y la estructura de hardware y software empleada, la metodología de evaluación y la herramienta diseñada se puede llegar a aplicar en cualquier escenario donde se presente contaminación atmosférica de ruido generada por operación aeroportuaria y de esta manera evaluar la aplicabilidad de las medidas de mitigación de impactos acústicos y contribuir a la Gestión Ambiental Urbana.
- La metodología semáforo permite realizar inferencias de una evaluación de manera rápida, lo cual da vía libre en la gestión para vislumbrar más fácilmente las oportunidades de mejora y concentrarse en optimizar la efectividad de las medidas adoptadas.
- Debido a las restricciones tecnológicas y la limitante organizacional de la UAEAC se concluye que los indicadores 4 y 6 “Porcentaje de eventos de mantenimiento que impactan el ruido de la localidad de Fontibón y porcentaje de sanciones saldadas por la aeronáutica”, son indicadores poco viables a corto plazo para poder evaluar las medidas de mitigación y se sugiere cambiarlo por otros de los cuales se tenga información para alimentarlos.
- El indicador P del número de personas expuestas a un nivel de ruido mayor a 65 dBA disminuyó en el 2015 en un 60% en comparación con el año 2008, lo que indica una buena gestión en cuanto a la disminución de ruido en el AID de la localidad de Fontibón, otro indicador positivo es el V porcentaje de sanciones impuesta de la operación en la pista Sur que aumentó en un 80%, del que podemos concluir que el sistema de vigilancia y control ha tenido un desempeño importante en el 2015 después de su implementación.
- Los indicadores con peor desempeño son el indicador R que nos muestra un aumento del área del descriptor del 80% en el año 2015 en comparación con el año 2008 expandiéndose en mayor medida hacia el área rural. El indicador W porcentaje de quejas recibidas del AID de la localidad de Fontibón tuvo un aumento del 60% comparando el consolidado de 2008-2014 con el consolidado del 2015-2016, esto quiere decir que el porcentaje de quejas por número de personas del AID aumentó, teniendo en cuenta que en un periodo de 6 años se presentaron 73 quejas (2008-2014) mientras que en un periodo de menos de un año (2015-octubre de 2016) hay 43 PQRS que superan la mitad del periodo inicial por ende del indicador se puede concluir que la percepción de molestias por ruido para la Localidad de Fontibón ha aumentado, además va



directamente ligado con el indicador P de número de población expuesta y el R del aumento del área del descriptor.

- En cuanto a los indicadores donde no se ve una mejora como lo son S y X se concluye que la gestión se estancó por la no generación de nuevos programas para poder tener un mejoramiento continuo y que en su defecto el indicador solo mide el cumplimiento pero no mide la eficiencia por lo cual es una clara oportunidad de mejora del PMA.
- Se concluye también que existe un vacío en los instrumentos de control porque si bien la UAEAC cuenta con el SVCA para monitorear los niveles de ruido, la falta de un procedimiento para sanción y la implantación de ellas, es un reflejo fuerte de la permisividad existente ante las infracciones o contravenciones que van en desmejora de la calidad acústica del aérea de estudio.
- En cuanto al análisis del contexto de la UAEAC y los resultados globales de sus ocho indicadores se encontró que la Entidad carece de información pública organizada y completa, lo cual también es una fuerte debilidad en la gestión del grupo ambiental. Ahora bien, se concluye que a través de Visual Basic se puede llegar a soportar una base de datos que permita optimizar las actividades de los gestores, organizar la información para la toma de decisiones y perfeccionar los tiempos de evaluación y rendición de cuentas.

Alimentar, depurar y almacenar datos en este tipo de aplicativos puede servir como repositorio de Gestión Ambiental para la UAEAC, logrando evaluar históricos con mayor continuidad, y dando trazabilidad a los resultados obtenidos con cada aplicación.

- El programa de gestión social requiere un fortalecimiento en la documentación de la información y de las actividades llevadas a cabo. Si bien el ICA indica que se ejecutó satisfactoriamente durante el segundo semestre del año 2015 en un 36,6% ya que se realizaron actividades de atención a las comunidades del área de influencia directa (AID), socialización de la red de monitoreo, entrega de boletines, atención de quejas y reclamos, encuentros con líderes de las juntas de acción comunal (JAC), capacitaciones en ruido y atención a personas con demandas especiales, no se cuenta con bases de datos organizadas que permitan dar continuidad a la atención de las personas o entidades involucradas.

- La contaminación por ruido aeroportuario es una gran problemática en la gestión ambiental urbana porque afecta directamente el confort de la población aledaña al Aeropuerto Internacional El Dorado, por ende es de gran importancia mantener un sistema de datos históricos sobre los indicadores donde se puedan vislumbrar las oportunidades de mejora y/o las situaciones donde no se ha avanzado; de esta forma poder generar planes que mejoren la gestión y se pueda mitigar la contaminación por ruido que afecta las actividades diarias de la personas, así como el ambiente de las diferentes especies, esta problemática demuestra la pobre planificación del uso del suelo en zonas estratégicas como lo es el AID del Aeródromo.

## 9 RECOMENDACIONES

- Como ejercicio de mejora continua, se recomienda aplicar la herramienta como mínimo anualmente, o en su defecto para apoyar la formulación de los ICA aplicarlo con la misma periodicidad semestral del Informe de Cumplimiento Ambiental.

Como se tuvo carencia en la información de varios indicadores, se recomienda que una vez obtenida toda la información se reaplique la herramienta.

- Aunque la UAEAC ha trabajado e implementado medidas en todos los pilares del enfoque equilibrado, la problemática requiere reforzar las actuaciones de normalización y reglamentación.
- El SVCA debe converger en un musculo de sanciones fuertes desde la gestión Ambiental, aplicando las medidas respectivas a los contraventores de los niveles de ruido permitidos por aeronaves y vigilando que la emisión de cada una de ellas sea conforme a su capítulo de ruido certificado.
- En los indicadores que no se obtuvieron datos T y U la UAEAC debe analizar como diseñar el sistema sancionatorio y de inspecciones para poder evaluar estos indicadores, teniendo en cuenta que las actividades aéreas no son las únicas que generan contaminación por ruido ambiental sino también las actividades en tierra como las contingencias y mantenimientos.
- Se recomienda hacer actualizaciones periódicas para los ICA y que estos contengan información continua y ordenada para poder ser más fácil la interpretación de toda información y así evaluar semestralmente por medio de la herramienta la gestión ambiental de la contaminación por ruido aeroportuario de El Aeropuerto Internacional El Dorado.



## 10 BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Fontibón. (2016). *Pagina Web de la Alcaldía Local de Fontibón*. Obtenido de <http://www.fontibon.gov.co/>
- American Standards Association, Acoustical Society of America. (1951). *American standard acoustical terminology*. New York.
- Asociación Internacional de Transporte Aéreo IATA. (2015). *La necesidad de revisar las restrcciones existentes sobre el uso de la pista 13L / 31R del aeropuerto Internacional El Dorado de Bogotá*. Bogotá.
- Autoridad Nacional de Licencias ANLA. (07 de Diciembre de 2015). *Resolución 1567*. Bogotá.
- Barrio, I. L. (2001). El significado del medio ambiente sonoro en el entorno urbano. *Estudios Geográficos*, Vol 62, No 244.
- Callejas, L. M., Sarmiento, R., Medina, K., & Sepulveda, H. (2012). Calidad del sueño en una población adulta expuesta al ruido del Aeropuerto El Dorado. *Revista Biomédica*, 7.
- Camara de Comercio de Bogotá. (Junio de 2008). *Caracterizacipon Urbanística, Social y Ambiental Entorno del Aeropuerto Internacional El Dorado*. Bogotá D.C: Camara de Comercio de Bogotá.
- Decreto 1076, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente (Artículo 2.2.2.3.1.3 26 de Mayo de 2015).
- Decreto 2041, Artículo 1: Definiciones (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 15 de Octubre de 2014).
- Decreto 2041, Articulo 3: Concepto y alcance de la licencia ambiental (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible 15 de Oct de 2014).
- Echazarreta, F. S. (2008). *Estrategias de elaboración de un mapa de ruido*. Vitoria-GasteiZ: CEDEX.
- Erazo, F., & Zambrano, X. (2008). *Impacto sonoro provocado por las actividades del Aeropuerto Internacional José Joaquín de Olmedo*.
- Garcia Sanz, B., & Garrido, F. J. (2003). La contaminación Acústica en nuestras Ciudades. En *Colección de Estudios Sociales* (págs. 7-200). Barcelona: Fundación la Caixa.
- Garcia, A. (1988). *La Contaminación Acustica*. Valencia: Universidad de Valencia.

- Garzón, S. C. (2008). *Propuesta de alternativas de gestión para controlar los niveles de ruido generados por el funcionamiento del Aeropuerto Internacional El Dorado*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- K2 Ingenieria S.A.S. (2016). *Informe de Ruido Ambiental Enero 2016*. Bogotá.
- Kantor, J. R. (1924). *Principles of Psychology Vol. 1 y Vol. 2*. Bloomington: Principia Press.
- Londoño, J. L., Restrepo, H., Vieco, F., & Quinchía, R. (2004). Efectos Auditivos del ruido producido por el tráfico aéreo del Aeropuerto Internacional El Dorado en las poblaciones de Engativá y Fontibón. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*.
- Maya V, G., Correa O, M., & Gómez M, M. (2010). Management for prevention and mitigation of urban noise. *Producción + Limpia (Online)*, ISSN 1909-0455. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1909-04552010000100005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552010000100005&lng=en&nrm=iso)
- Michelsen, A. L. (18 de Diciembre de 1974). *Decreto 2811*. Bogotá: Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (07 de Abril de 2006). *Resolución 627*. Bogotá.
- OACI. (2006). *Doc 9157: Manual de diseño de Aerodromos*. Tercera edición.
- Opain.S.A. (21 de 07 de 2016). *Estadísticas El Dorado*. Obtenido de Web El Dorado: <http://eldorado.aero/sobre-el-aeropuerto/estadisticas/>
- Organización de las Naciones Unidas ONU. (1992). *Agenda 21. [En línea]*. Obtenido de Rio de Janeiro: [https://sustainabledevelopment.un.org/agenda21\\_spanish/index.shtml](https://sustainabledevelopment.un.org/agenda21_spanish/index.shtml)
- Parlamento Europeo. (25 de Junio de 2012). Directiva 2002/49/CE del parlamento Europeo y del consejo: sobre la evaluación y gestión del ruido ambiental. *Diario Oficial de las Naciones Europeas*.
- Pons, B. M. (1975). Aproximación a la Geografía del Ruido. En D. d. Mallorca, *Trabajos de Geografía* (págs. 57-71).
- Posada, A. (2014). De la planeación a la Gestión Ambiental Colectiva: Posibilidades en Bogotá - Colombia. *udcaactual.divulg.cient [online]*, 257-264.

- Rincon, R. D. (1998). Los Indicadores de Gestión Organizacional: Una Guía para Su Definición. *Revista Universidad EAFIT*, 17.
- Rivera, S. (2008). *Propuesta de alternativas de gestión para controlar los niveles de ruido generados por el funcionamiento del Aeropuerto Internacional El Dorado*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Secretaría Distrital de Ambiente . (2006). *Ficha Ambiental Localidad de Fontibón*. Bogotá.
- Secretaría Distrital de Gobierno. (2016). *Localidad de Fontibón SDG*. Obtenido de [http://gestionycalidad.org/observatorio/?bloque=contenido&id=129&id\\_item=129&id\\_menu=12&name=4.%20Aspectos%20Sociales%20de%20la%20Localidad](http://gestionycalidad.org/observatorio/?bloque=contenido&id=129&id_item=129&id_menu=12&name=4.%20Aspectos%20Sociales%20de%20la%20Localidad)
- Sistema Nacional de Información Ambiental Chile. (16 de Julio de 2016). Obtenido de <http://www.sinia.cl/1292/w3-propertyvalue-15491.html>
- Target Asesores, & Innovación y Cualificación. (2013). *Experto en gestión medioambiental*. Antequera, Malaga: IC Editorial.
- Unidad Administrativa Especial de Aeronautica Civil. (2015). *Especificaciones técnicas contrato de prestación de servicios 15000217 OK - 2015 UAEAC-K2 Ingeniería S.A.S*. Bogotá: UAEAC.
- Unidad Administrativa Especial de Aeronautica Civil. (14 de Septiembre de 2016). <http://www.aerocivil.gov.co>. Obtenido de [http://app.aerocivil.gov.co/quejaservicios/faces/menu.jspx?\\_afLoop=29142914750275627&\\_afWindowMode=0&\\_afWindowId=null&\\_adf.ctrl-state=11yb4rh53d\\_10](http://app.aerocivil.gov.co/quejaservicios/faces/menu.jspx?_afLoop=29142914750275627&_afWindowMode=0&_afWindowId=null&_adf.ctrl-state=11yb4rh53d_10)
- Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil de Colombia. (28 de Abril de 2016). AIP SKBO. *AIP SKBO*.
- Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, Consorcio AeroDorado. (2014). *Información adicional en respuesta al auto 2910 del 13 de septiembre de 2012 y auto 2911 del 2013 – ANLA*. Bogotá D.C.
- Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (s.f.). *Lección 8. Identificación y delimitación del área de influencia directa e indirecta*. Obtenido de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358023/Material\\_en\\_linea/leccin\\_8\\_identificacin\\_y\\_delimitacin\\_del\\_rea\\_de\\_influencia\\_directa\\_e\\_indirecta.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358023/Material_en_linea/leccin_8_identificacin_y_delimitacin_del_rea_de_influencia_directa_e_indirecta.html)